

Grado Universitario en Ingeniería Telemática  
2017-2018

*Trabajo Fin de Grado*

# Captura y Análisis de Popularidad de Redes Inalámbricas en un Entorno Urbano

---

Guillermo Vázquez Sánchez

Tutor

Pablo Serrano Yáñez-Mingot

Leganés, 2018



*[Incluir en el caso del interés en su publicación en el archivo abierto]*

Esta obra se encuentra sujeta a la licencia Creative Commons **Reconocimiento - No Comercial - Sin Obra Derivada**



## RESUMEN

En este proyecto se ha llevado a cabo un análisis sobre los puntos de acceso de la ciudad de Madrid y su posible relación con distintos factores demográficos y económicos.

Para realizar este análisis ha sido necesario recopilar datos sobre el número de puntos de acceso. Esto se ha hecho mediante la programación de una aplicación en python para realizar peticiones a la base de datos de WiGLE, web que contiene información sobre puntos de acceso de todo el mundo. Una vez realizada esta parte, se han guardado los datos en un fichero csv para su posterior uso.

La segunda parte del análisis consta de una aplicación para visualizar los datos en forma de gráficas y en otra aplicación para visualizar los datos en forma de mapa. La primera se ha programado en python también y consiste en formatear los datos guardados y relacionarlos con datos demográficos y económicos de Madrid dividido por distrito. En este programa se produce un fichero JSON que contiene datos de porcentajes de puntos de acceso que son usados en la tercera aplicación.

La tercera aplicación consiste en un mapa que representa el porcentaje de puntos de acceso que hay por compañía (Movistar, Vodafone, Orange, Jazztel y Ono) con respecto al total de puntos de acceso.

Con esto ya hecho se ha realizado un análisis de lo obtenido teniendo en cuenta que solo se tiene una fuente de datos y que no está completa, por lo que el análisis sirve como punto de partida para realizar otro trabajo más en profundidad.

**Palabras clave: WiFi, Análisis socio-económico, Internet, Programación**



## **DEDICATORIA**

Para todos los que me han acompañado en este camino, profesores, compañeros y amigos, y en especial a mis padres y a mi hermano por sostenerme en los malos momentos y por estar siempre ahí .



## ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN. . . . .	1
1.1. Motivación del Trabajo . . . . .	1
1.2. Objetivos . . . . .	1
1.3. Marco Regulador. . . . .	1
2. ESTADO DE LA CUESTIÓN . . . . .	2
2.1. Historia . . . . .	2
2.2. Tecnología . . . . .	3
2.3. Aplicaciones estudiadas . . . . .	6
3. DISEÑO DE LA PLATAFORMA DE CAPTURA DE DATOS . . . . .	8
3.1. Origen de los datos. . . . .	8
3.2. Limitaciones . . . . .	8
3.3. Solución. . . . .	9
4. RESULTADOS . . . . .	11
4.1. Visualización de datos . . . . .	11
4.2. Estadísticas generales . . . . .	12
4.3. Penetración de puntos de acceso por distrito. . . . .	14
4.4. Estadísticas demografía-compañías . . . . .	21
5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS . . . . .	29
6. PLANIFICACIÓN . . . . .	30
7. PRESUPUESTO. . . . .	32
7.1. Costes materiales. . . . .	32
7.2. Costes de recursos humanos. . . . .	32
7.3. Costes totales . . . . .	33
8. RESUMEN. . . . .	34
BIBLIOGRAFÍA . . . . .	39





## ÍNDICE DE FIGURAS

2.1	Tráfico IP . . . . .	4
2.2	Aumento de Tráfico IP . . . . .	4
2.3	Identificadores de canales, frecuencias centrales, y dominios reguladores .	6
2.4	Mapa de Mozilla Location Services . . . . .	7
2.5	Mapa de WiGLE . . . . .	7
4.1	Gráfica Puntos de Acceso Madrid . . . . .	13
4.2	Gráfica Puntos de Acceso Arganzuela . . . . .	14
4.3	Gráfica Puntos de Acceso Salamanca . . . . .	14
4.4	Gráfica Densidad Puntos de Acceso por Distrito I . . . . .	15
4.5	Gráfica Densidad Puntos de Acceso por Distrito II . . . . .	16
4.6	Gráfica Densidad Puntos de Acceso por Distrito III . . . . .	16
4.7	Gráfica Densidad Puntos de Acceso por Distrito IV . . . . .	17
4.8	Gráfica Densidad Puntos de Acceso por Distrito V . . . . .	17
4.9	Mapa Madrid Movistar . . . . .	18
4.10	Mapa Madrid Vodafone . . . . .	18
4.11	Mapa Madrid Orange . . . . .	19
4.12	Mapa Madrid Jazztel . . . . .	19
4.13	Mapa Madrid Ono . . . . .	20
4.14	Gráfica Compañías-Edad Media . . . . .	21
4.15	Gráfica Compañías-Población . . . . .	22
4.16	Gráfica Compañías-Autónomos . . . . .	23
4.17	Gráfica Compañías-Extranjeros . . . . .	24
4.18	Gráfica Compañías-Mayores de 65 años . . . . .	25
4.19	Gráfica Compañías-Menores de 16 años . . . . .	26
4.20	Gráfica Compañías-Parados . . . . .	27
4.21	Gráfica Compañías-Renta Media . . . . .	28
6.1	Diagrama de Gantt de la planificación . . . . .	31

7.1	Bases de cotización . . . . .	32
8.1	Mapa Madrid Movistar . . . . .	36
8.2	Gráfica Compañías-Renta Media . . . . .	38
8.3	Gráfica Puntos de Acceso Barajas . . . . .	
8.4	Gráfica Puntos de Acceso Carabanchel . . . . .	
8.5	Gráfica Puntos de Acceso Centro . . . . .	
8.6	Gráfica Puntos de Acceso Chamartín . . . . .	
8.7	Gráfica Puntos de Acceso Chamberí . . . . .	
8.8	Gráfica Puntos de Acceso Ciudad Lineal . . . . .	
8.9	Gráfica Puntos de Acceso Fuencarral-El Pardo . . . . .	
8.10	Gráfica Puntos de Acceso Hortaleza . . . . .	
8.11	Gráfica Puntos de Acceso Latina . . . . .	
8.12	Gráfica Puntos de Acceso Moncloa-Aravaca . . . . .	
8.13	Gráfica Puntos de Acceso Moratalaz . . . . .	
8.14	Gráfica Puntos de Acceso Puente de Vallecas . . . . .	
8.15	Gráfica Puntos de Acceso Retiro . . . . .	
8.16	Gráfica Puntos de Acceso San Blas-Canillejas . . . . .	
8.17	Gráfica Puntos de Acceso Tetuán . . . . .	
8.18	Gráfica Puntos de Acceso Usera . . . . .	
8.19	Gráfica Puntos de Acceso Vicálvaro . . . . .	
8.20	Gráfica Puntos de Acceso Villa de Vallecas . . . . .	
8.21	Gráfica Puntos de Acceso Villaverde . . . . .	



## ÍNDICE DE TABLAS

2.1	Principales estándares 802.11 y características . . . . .	5
7.1	Costes materiales . . . . .	32
7.2	Costes Recursos humanos . . . . .	33
7.3	Costes totales . . . . .	33
8.1	Datos puntos de acceso por distrito . . . . .	
8.2	Datos demográficos por distrito I . . . . .	
8.3	Datos demográficos por distrito II . . . . .	



# **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Motivación del Trabajo**

La motivación de este Trabajo de Fin de Grado viene dada por la intención de realizar un análisis de las preferencias de compañías proveedoras de acceso a Internet de los habitantes de Madrid. Este análisis puede servir para segmentar a las compañías según su tipo de clientes, y estudiar en qué distritos podrían tener más margen de crecimiento. Además podría usarse como base para un modelo de predicción analizando movimientos de clientes entre distritos y estudios sobre proyección demográfica en Madrid.

## **1.2. Objetivos**

El objetivo principal de este Trabajo es el de establecer las bases de un análisis de los puntos de acceso inalámbricos de Madrid partiendo de los datos almacenados en [www.wigle.net](http://www.wigle.net). Con ésto se quiere hacer un mapa de la ciudad en función de la compañía a la que pertenecen los puntos de acceso y, además, un análisis de estos datos en función de factores demográficos como la edad o la renta media.

## **1.3. Marco Regulator**

Con la entrada en vigor del RGPD (Reglamento General de Protección de Datos) este tipo de estudios puede verse afectados ya que el cliente debe dar permiso a la compañía para que se puedan usar sus datos de forma individual, y si el estudio lo quisiera realizar una empresa externa se tendría que pedir permiso al cliente para facilitarle esos datos. En el caso de las webs como la usada en este trabajo no queda tan claro el alcance ya que los datos almacenados son anónimos, aún así podrían llegar a verse afectadas ya que la web si que guarda quien es el usuario que ha subido los datos y eso podría entrar dentro de la regulación del RGPD[1].

## **2. ESTADO DE LA CUESTIÓN**

### **2.1. Historia**

Para poner en contexto la necesidad de esta investigación toca remontarse a los inicios de Internet en España. A pesar de que los comienzos de esta red están en Estados Unidos en (buscar año de), no fue hasta 1984 que llegó a este país a través de la iniciativa Faenet y cuyos responsables fueron distintos grupos y universidades que trabajaban con el CERN. En sus inicios en España Internet estaba ligado a la investigación, mejorando la comunicación entre centros de estudio y centros de trabajo, esto da lugar al Proyecto de Interconexión de Recursos Informáticos (Iris).

Pronto se darían cuenta del potencial de esta nueva tecnología y que por lo tanto no merecía la pena limitarlo solo a los centros especializados. Debido a ello en 1986 Telefónica lanza Ibertex, versión española de Videotex. Con esta aplicación se podía difundir la información desde un sistema informático hasta un terminal para que los usuarios pudieran consultarlo.

No se produce hasta 1990 la primera conexión a Internet en España usando la IXI, la red paneuropea de alta velocidad que transmitía a 64 Kbps. No obstante, esta nueva tecnología seguía limitada a investigadores e instituciones relacionadas con la innovación y el desarrollo. A finales de 1991 el número de máquinas conectadas a esta red era superior a 1000.

En 1993 aparece el primer servidor web español, el de la Universidad Jaime I, cuyo responsable, Jordi Adell, se convierte en un pionero en nuestro país en el área de redes. Fue también responsable de la base de datos sobre recursos de Internet Dónde?. Más de 20000 ordenadores de un centenar de organismos tenían acceso a Internet en 1994, mientras que Ibertex contaba con más de 400000 usuarios, sin embargo, el acceso seguía siendo lento. En 1995 se funda la Asociación de Usuarios de Internet (AUI), organismo que promueve el uso de Internet y defiende los derechos de los usuarios, ya con más de 42000 ordenadores conectados a Internet, el Ministerio de Educación y Ciencia se puso a colaborar con Telefónica para el sector educativo (universidades y centro de estudios) de una tecnología avanzada. Este año también se lanzó Infovía, como sustituto de Ibertex, y que posteriormente fue reemplazada por Infovía Plus[2].

A finales de los 90 se sobrepasa el millón de usuarios, mayoritariamente gente joven que lo usaba para consultar el correo electrónico. Con esta coyuntura, Telefónica y el Ministerio de Fomento llegan a un acuerdo para aprobar la tarifa plana en España, sirviéndose de la tecnología ADSL.

Con la llegada de la tarifa plana a España el porcentaje de usuarios de Internet pasa del 13.62 en el año 2000 al 39.93 en el 2003. Este porcentaje ha seguido creciendo a razón de entre 3-5 puntos porcentuales por año hasta llegar al 84.6 del año 2017[3]. Esta penetración del Internet en nuestro país no fue algo homogéneo en todo el territorio, mientras que en el 2008 algunas comunidades autónomas como la Comunidad de Madrid o Cataluña, estaban con alrededor de un 50 por ciento de hogares con Internet, otras apenas llegaban al 30 como Castilla La Mancha o Galicia, o incluso se quedaban en el caso de Extremadura en un 22.8 por ciento[4]. Con esto se infiere que las comunidades con mayor penetración de Internet son las que tienen mayor nivel de renta.

Esta tendencia se mantiene también cuando hablamos de la implantación de la fibra óptica, la cuál empieza a finales de 2007 y únicamente en Madrid y Barcelona , algo que se mantiene durante los primeros meses hasta que progresivamente se va empezando a dar cobertura al resto del territorio. En el año 2017 la cobertura de fibra óptica alcanza el 71.4 por ciento en toda España, pero sigue habiendo diferencia entre la cobertura de la Comunidad de Madrid (96.1 por ciento), la del País Vasco(87.5 por ciento) o la de Cataluña(83 por ciento) con las de otras provincias como Extremadura (47 por ciento) o Galicia(41.3 por ciento)[5].

Como puede observarse, hay varios territorios en los que falta todavía mucho porcentaje de la población por tener cobertura de fibra y por ello es interesante analizar zonas donde ya la cobertura es casi total para estudiar como les puede interesar a las telecomunicaciones abordar esos planes de implementación en los territorios que faltan. Esto ha motivado que el objeto de análisis sea la ciudad de Madrid, no solo por tener mayor facilidad para obtener datos sino también por tener cobertura de los principales proveedores de Internet del país y así tener un análisis que pueda ser más representativo y extrapolable a todo el territorio.

## **2.2. Tecnología**

Se ha decidido poner el foco de este estudio en los puntos de acceso de redes inalámbricas debido a que éstas han sufrido un aumento en los últimos años[6]. Esta tendencia se debe a la necesidad de los usuarios de estar conectados a Internet pero a la vez disponer de movilidad, es decir, no tener que estar conectados mediante cables a la red.



Como se puede ver en la siguiente imagen, el porcentaje de tráfico de Internet que va a través de redes móviles es muy elevado (se prevé que más de dos tercios del tráfico global sea a través de estas redes) y el video IP representará cerca del 80 por ciento del tráfico global.

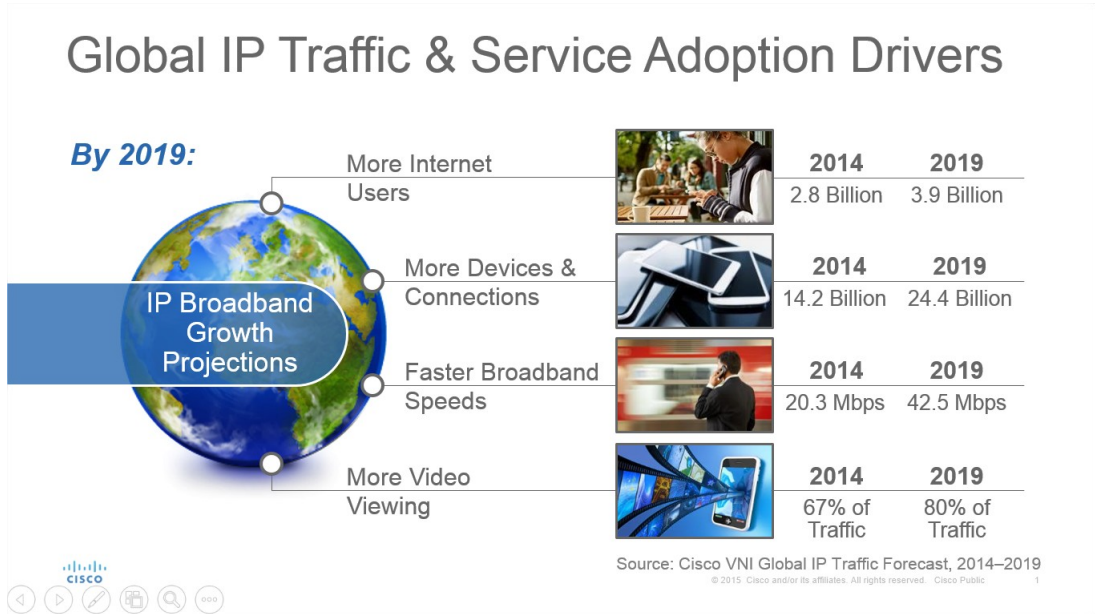


Fig. 2.1. Tráfico IP

Y en esta figura se observa como el tráfico de datos por Internet va en aumento año a año. Esto unido al aumento de usuarios previstos, rozando los 4000 millones en 2019, permite situar Internet como una necesidad prácticamente básica en nuestra sociedad.

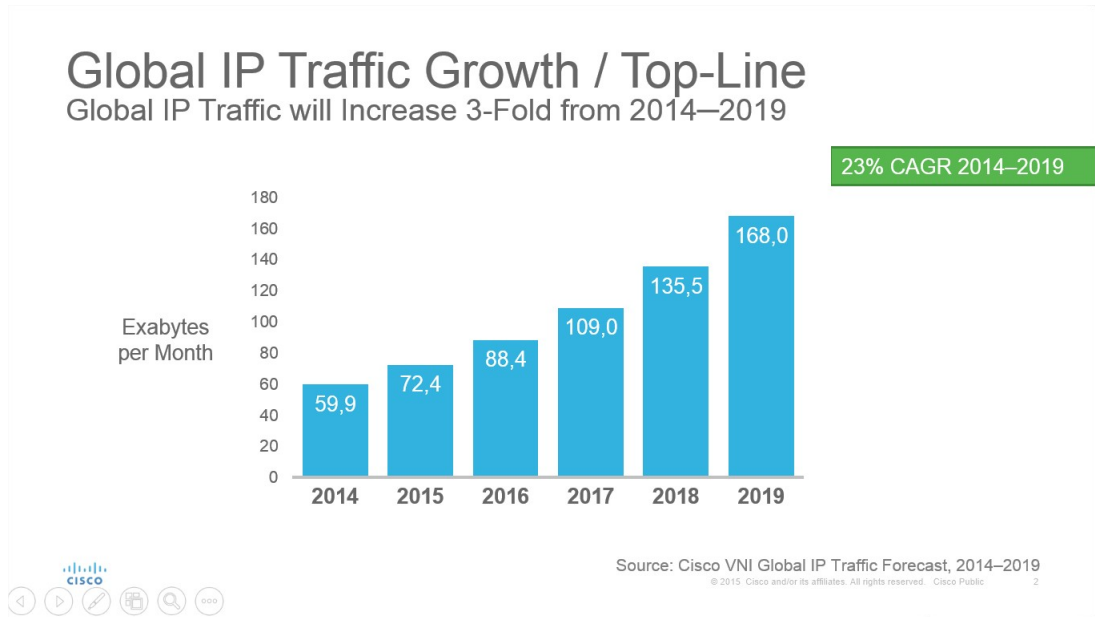


Fig. 2.2. Aumento de Tráfico IP

Dentro de las tecnologías inalámbricas la más usada y la que más éxito ha tenido hasta el momento es el estándar IEEE 802.11, el cuál define el funcionamiento de las redes WLAN. Dentro de este tipo de redes existen varios tipos de WiFi basados en un estándar IEEE 802.11:

- Los estándares IEEE 802.11b, IEEE 802.11g e IEEE 802.11n funcionan en la banda de frecuencia 2,4 GHz y tienen una velocidad de hasta 11 Mb/s, 54 Mb/s y 600 Mb/s.
- Está empezando a usarse el estándar IEEE 802.11ac el cuál opera en la banda de 5 GHz.

TABLA 2.1. PRINCIPALES ESTÁNDARES 802.11 Y CARÁCTERÍSTICAS

Estándar	Velocidad máxima	Frecuencia
802.11a	54 Mb/s	5 GHz
802.11b	11 Mb/s	2,4 GHz
802.11g	54 Mb/s	2,4 GHz
802.11n	600 Mb/s	2,4 GHz o 5 GHz
802.11ac	1,3 Gb/s	2,4 GHz o 5 GHz
802.11ad	7 Gb/s	2,4 GHz , 5 GHz o 60 GHz
Fuente artículos Wikipedia (IEEE 802.11, IEEE 802.11ac y Wireless Gigabit Alliance)		

Estos estándares también definen una serie de canales que pueden utilizar lo equipos wifi. Los canales dividen la banda de frecuencia que utiliza el estándar. No obstante estos canales no son independientes, y el uso de canales que estén juntos en el espectro de frecuencia provoca interferencias. Por ellos se estableció una separación mínima de 5 canales entre los que se usan en los dispositivos que se conectan a estas redes. De forma tradicional se usan los canales 1, 6 y 11. Esta configuración la realiza directamente el punto de acceso. A continuación se muestra una imagen en la que se ven los distintos canales y frecuencias que utilizan los estándares 802.11b y 802.11g.

Identificador de Canal	Frecuencia en MHz	Dominios Reguladores				
		América (-A)	EMEA (-E)	Israel (-I)	China (-C)	Japón (-J)
1	2412	x	x	—		x
2	2417	x	x	—	x	x
3	2422	x	x	x	x	x
4	2427	x	x	x	x	x
5	2432	x	x	x	x	x
6	2437	x	x	x	x	x
7	2442	x	x	x	x	x
8	2447	x	x	x	x	x
9	2452	x	x	x	x	x
10	2457	x	x	—	x	x
11	2462	x	x	—	x	x
12	2467	—	x	—	—	x
13	2472	—	x	—	—	x
14	2484	—	—	—	—	x

Fig. 2.3. Identificadores de canales, frecuencias centrales, y dominios reguladores

### 2.3. Aplicaciones estudiadas

Para ver el gran número de puntos de acceso de redes inalámbricas que hay en el planeta se pueden usar distintas aplicaciones. Algunas de éstas son la herramienta location services de Mozilla y la web WiGLE. Mientras Mozilla guarda datos tanto de redes WiFi como de Bluetooth y redes celulares, la web de WiGLE solo almacena datos de puntos de acceso. Ambas se nutren de datos que suben los usuarios de las aplicaciones. En las dos figuras siguientes se muestra un ejemplo del mapa de visualización de ambas plataformas.

This map shows areas in which our stumbling community has collected data samples. The map shows general areas in which we have data samples. It does not show the locations of Bluetooth beacons, cell towers or WIFI access points.

The map displays the Madrid region with data collection areas highlighted in blue. The map includes a search bar, a scale bar (20 km), and a copyright notice for OpenStreetMap contributors. The map shows the city of Madrid and surrounding areas, including the provinces of Madrid, Guadalajara, and Segovia. The map also shows the locations of various towns and cities, such as Los Angeles de San Rafael, Alcobendas, and Madrid. The map is a screenshot of a web application, and the data is sourced from OpenStreetMap contributors.

Fig. 2.5. Mapa de WiGLE

### **3. DISEÑO DE LA PLATAFORMA DE CAPTURA DE DATOS**

#### **3.1. Origen de los datos**

Para llevar a cabo este proyecto se ha utilizado un programa para descargar los datos que necesitamos de puntos de acceso en Madrid de la web WiGLE.

Esta web está provista de una API bastante completa que permite la interacción con la base de datos de la que se nutre. Esta API tiene métodos para recopilar estadísticas de usuarios de la aplicación, información general de la web, datos particulares del usuario (solo es accesible para el propio usuario), añadir puntos de acceso a la base de datos y métodos de búsqueda de redes y puntos de acceso, que son los que interesan para este trabajo. Esta API está compuesta por peticiones HTTP de tipo GET y tipo POST por lo que permite que se puedan hacer librerías para distintos lenguajes de programación que permitan este tipo de peticiones web.

La librería más completa que se ha encontrado de WiGLE es PyGLE, librería que está escrita para Python. Según la documentación se puede instalar en cualquier versión desde la 2.x a la 3.x, pero a la hora de instalarla en Python 3.5 dió problemas por lo que se utiliza Python 2.7, versión en la que funciona completamente. Esta librería tiene funciones para prácticamente todos los tipos de peticiones que tiene la API, pero para este trabajo se ha utilizado únicamente la función `network.search`, ya que es la que permite encontrar los puntos de acceso que hay dentro de una zona concreta.

#### **3.2. Limitaciones**

A la hora de recolectar los datos de la web de WiGLE hay que enfrentarse a una serie de limitaciones:

- Límite de peticiones de la API (100 al día).
- Las peticiones requieren de 4 puntos para limitar la búsqueda (2 para la latitud y 2 para la longitud).
- La API devuelve todos los datos que tiene solo de los 100 primeros resultados de la búsqueda (por lo tanto si hay más de 100 puntos de acceso en las coordenadas que limitas en la petición los únicos datos que puedes obtener de esos puntos es el número total).

### 3.3. Solución

Teniendo esto en cuenta lo que primero se intenta es hacer las peticiones de forma que solo haya 100 puntos de acceso en esa búsqueda, para ello se tiene que mapear Madrid en cuadrículas con menos de 100 resultados. A priori puede parecer algo factible pero la limitación de peticiones dificultaba mucho esta vía por lo que acabó descartada.

Descartada esta solución, la siguiente forma de intentar resolver el problema consiste en dividir Madrid en distritos y realizar una búsqueda por SSID de los puntos de acceso, y de esta forma tener el número de puntos que contienen la palabra Movistar, Vodafone, Orange, Jazztel y Ono. Con esta búsqueda solo se obtiene el número total de puntos y no todos los datos de esas redes, pero para el análisis a realizar vale con eso.

Una vez decidido el camino a seguir se procede a aproximar los distritos de Madrid mediante cuadrados para poder hacer las peticiones a la web, pero está el problema de que para aproximar las formas de los distritos se necesitan un número bastante elevado de cuadrados, lo que produce el mismo problema del caso anterior, se necesitan demasiadas peticiones. Debido a ello se decide utilizar como límites para las peticiones el cuadrado exterior, el que contiene, de cada distrito de Madrid.

Esta solución no es perfecta, ya que estos límites se solapan en algunos casos y podría darse el caso de que algunos puntos de acceso estén en varios distritos. Pero a efectos del análisis y de los objetivos del trabajo, es la mejor solución que se ha encontrado.

Estos límites de los distritos se han obtenido del polígono geojson que hay en open street map , y ya con ellos se realizan las peticiones a la web. Se han realizado una petición por compañía y distrito. Las compañías son Telefónica, Vodafone, Orange, Jazztel y Ono. No se han tenido en cuenta las fusiones entre Vodafone y Ono, y Orange y Jazztel, debido a que en la base de datos de la web hay puntos de acceso anteriores a estas fusiones y se ha decidido dejarlas por separado.

La búsqueda se ha realizado mediante el nombre del punto de acceso, SSID, si este nombre ha sido cambiado por el usuario nuestro algoritmo no va a saber de que compañía es, o dicho de otro modo, solo se cuenta como punto de acceso de una compañía si el ssid contiene el nombre de dicha compañía. Las redes con nombre WLAN no se han asignado a ninguna compañía, al igual que las redes públicas.

Una vez descargados estos datos por distrito (número total de puntos de acceso, número de puntos de acceso con Movistar, número de puntos de acceso con Orange, número de puntos de acceso con Vodafone, número de puntos de acceso con Ono, número de puntos de acceso con Jazztel), se han guardado en un fichero csv para poder acceder a ellos de forma rápida desde otras aplicaciones.

Además de los datos de WiGLE también se han utilizado otra serie de datos para el trabajo. Los datos demográficos de cada distrito se han obtenido de la web del ayuntamiento de Madrid, en el portal estadístico. Dicho portal permite descargar los datos demográficos en formato csv para que posteriormente puedan ser añadidos a lo que se ha obtenido. De forma adicional se ha descargado también información sobre la renta media por distrito, este dato se encuentra también en la web del ayuntamiento y es ofrecido por Urban Audit, el dato más actual de renta encontrado es del año 2014.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Visualización de datos

Una vez los datos ya se han obtenido se han programado dos aplicaciones para ayudar con el análisis y visualización de los mismos.

Uno de ellos consiste en una aplicación que formatea los datos que se han guardado previamente en los csv de tal forma que permite visualizarlos en forma de gráfica, además se genera un fichero JSON que se utilizará en la aplicación para visualizar los datos en un mapa.

El programa extrae los datos del csv y los transforma en un dataframe utilizando la librería pandas de Python (se utiliza la versión 2.7 al igual que en la anterior aplicación). Este dataframe está formado por el nombre de cada distrito, los datos de los puntos de acceso y los siguientes datos demográficos que se han obtenido de la web del ayuntamiento de Madrid y que han sido añadidos al fichero csv de forma manual:

- Número total de puntos de acceso.
- Número total de puntos de acceso con la palabra Movistar en el ssid.
- Número total de puntos de acceso con la palabra Vodafone en el ssid.
- Número total de puntos de acceso con la palabra Orange en el ssid.
- Número total de puntos de acceso con la palabra Jazztel en el ssid.
- Número total de puntos de acceso con la palabra Ono en el ssid.
- Edad media.
- Población total.
- Porcentaje de autónomos.
- Porcentaje de extranjeros.
- Porcentaje de mayores de 65 años.
- Porcentaje de menores de 16 años.
- Porcentaje de parados.

Con esto se han realizado diferentes gráficas que se explicaran en futuros apartados mediante la librería matplotlib de Python. Y por último, en esta aplicación, se ha creado un fichero JSON con los datos porcentuales de puntos de acceso de cada compañía por distrito.



El otro programa consiste en un aplicación que representa los datos del JSON en un mapa de la ciudad de Madrid dividida en distritos. Esta aplicación está hecha con javascript y los límites de los distritos vienen dados por unos ficheros de formato geojson de la web <http://polygons.openstreetmap.fr/index.py>, en la cual introduces el identificador del distrito (que se puede encontrar en esta url <https://nominatim.openstreetmap.org/> ) y te devuelve el fichero geojson. Para acceder al código usado en las tres aplicaciones se puede clonar el siguiente repositorio [https://github.com/wnlUc3m/wigle\\_madrid\\_stats.git](https://github.com/wnlUc3m/wigle_madrid_stats.git). Es necesario usar un notebook para Python 2.7 y el mapa se debe abrir en Firefox.

Hay un mapa para cada compañía y en ellos se representa el número de puntos de acceso de dicha compañía respecto al número de puntos de acceso totales para cada distrito. Esta representación viene dada por una degradación en el color con el que se rellena cada distrito, un 20 por ciento en el porcentaje de puntos de acceso equivale al cien por cien de intensidad del color elegido para dicha compañía, y de ahí se hace una regla de tres hasta el 0 por ciento que equivale que el color sea transparente en ese distrito. Los colores elegidos para cada compañía han sido:

- Azul - Movistar.
- Rojo - Vodafone.
- Naranja - Orange.
- Amarillo - Jazztel.
- Negro - Ono.

Se ha utilizado como máximo valor el 20 por ciento debido a que no hay ningún porcentaje que supere ese valor para ninguna compañía y así se puede apreciar mejor la diferencia entre distritos en el mapa.

## **4.2. Estadísticas generales**

En la siguiente gráfica se muestran los números de puntos de acceso almacenados en la base de datos de WiGLE. Hay que recordar que los datos de WiGLE son subidos por usuarios a la web por lo que no es 100 por 100 seguro que estén todos los puntos que son, estos datos fueron obtenidos en abril por lo que pueden haber variado, y además se ha decidido mantener Vodafone-Ono y Orange-Jazztel separados ya que hay datos de la base de datos de antes de las fusiones de estas compañías. En esta gráfica en particular aparecen los puntos de acceso de toda la ciudad de Madrid.

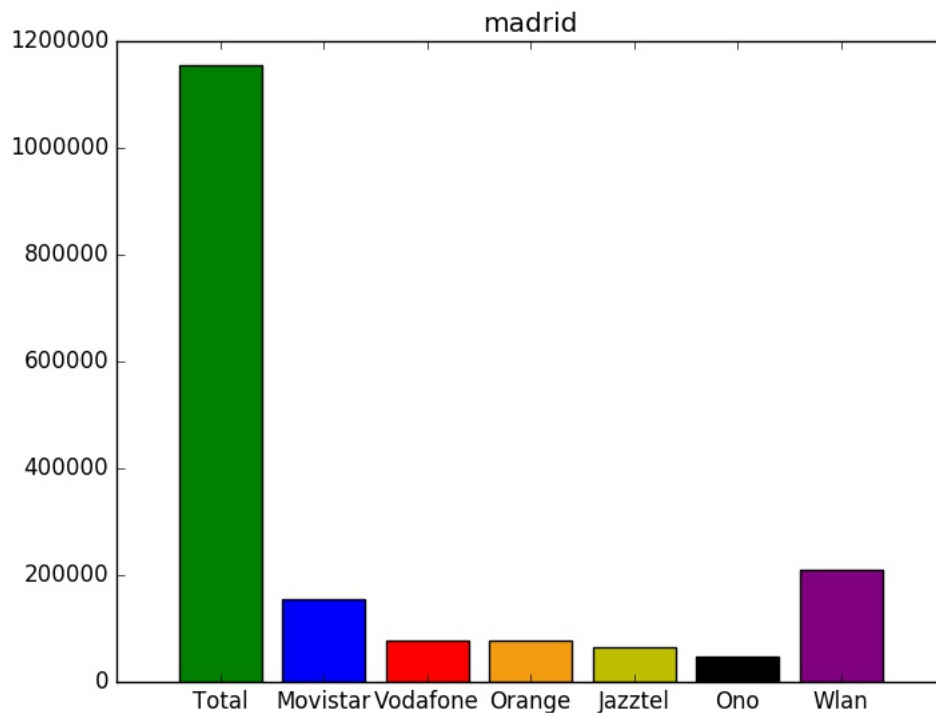


Fig. 4.1. Gráfica Puntos de Acceso Madrid

Como puede observarse la diferencia entre el número total y cada una de las compañías es bastante grande, el resto de puntos de acceso que faltan son de restaurantes, bares, cadenas de comida o cafeterías, al igual que también están los puntos de acceso de la EMT o los puntos de acceso de casas particulares que hayan cambiado el nombre de la red(ssid). No se han metido en el estudio porque el número de cada uno es muy pequeño en comparación.

En la gráfica anterior se han incluido los puntos de acceso que empiezan por WLAN debido a que, como se puede observarse, tienen un porcentaje similar al de las compañías. Se han representado a parte por la imposibilidad de diferenciar a partir del nombre a que compañía pertenecen estos puntos.

### 4.3. Penetración de puntos de acceso por distrito

A modo de ejemplo se muestran a continuación las gráficas de dos distritos de Madrid en las que se observa que una tendencia similar a la que se veía en el punto anterior.

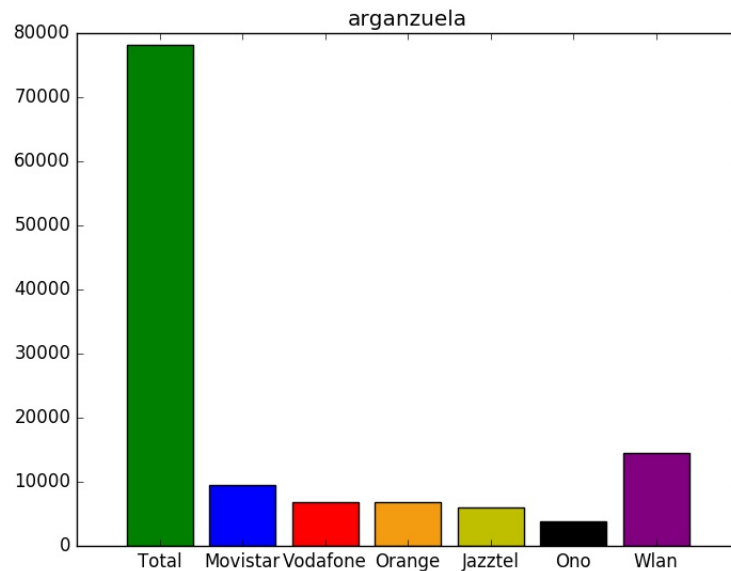


Fig. 4.2. Gráfica Puntos de Acceso Arganzuela

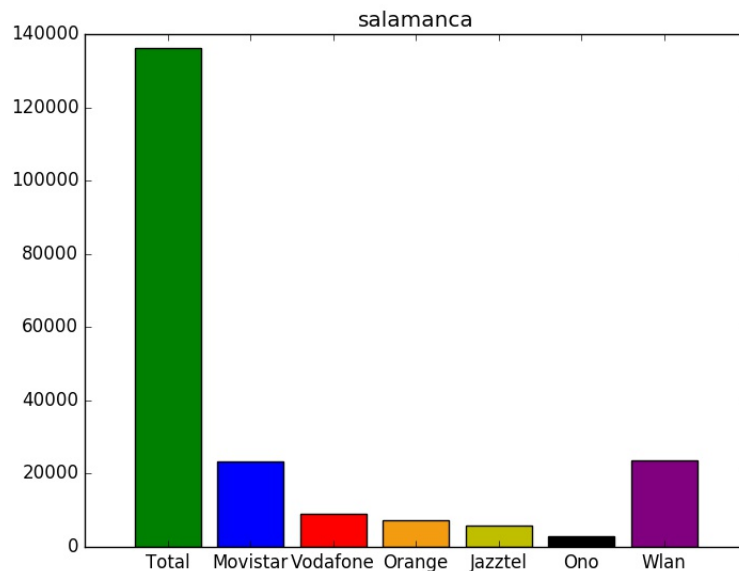


Fig. 4.3. Gráfica Puntos de Acceso Salamanca

Los datos con los que se han hecho las figuras 4.1, 4.2 y 4.3 se encuentran en la tabla 5.1 del anexo I, mientras que las gráficas del resto de distritos se encuentran en el anexo II.

En las siguientes gráficas se puede ver el porcentaje de puntos de acceso por población que hay en cada distrito. Esto nos indica el nivel de penetración de Internet en cada zona, lo cuál, unido a los mapas de puntos de acceso por compañía y distrito, puede servir para ver relaciones entre distritos y puntos de acceso.

Como se puede observar, los distritos con mayor densidad de puntos de acceso coinciden con distritos con renta media elevada mientras que distritos como Carabanchel con una renta media baja tienen una densidad de puntos de acceso baja. Esto refleja que hay una correlación entre estas dos variables. Los datos de renta están en la tabla 4.1 diferenciada por distritos.

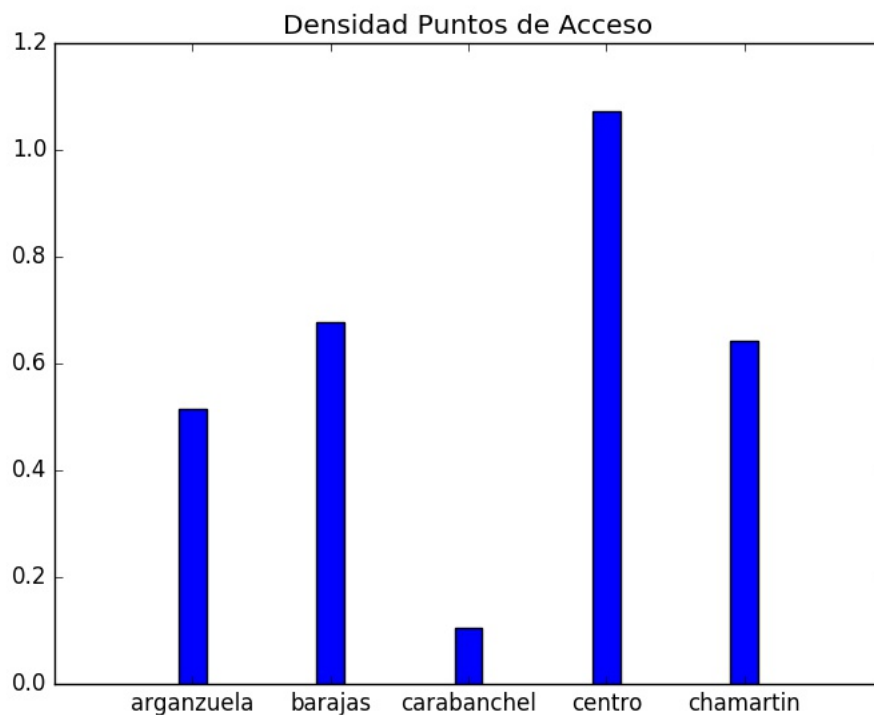


Fig. 4.4. Gráfica Densidad Puntos de Acceso por Distrito I

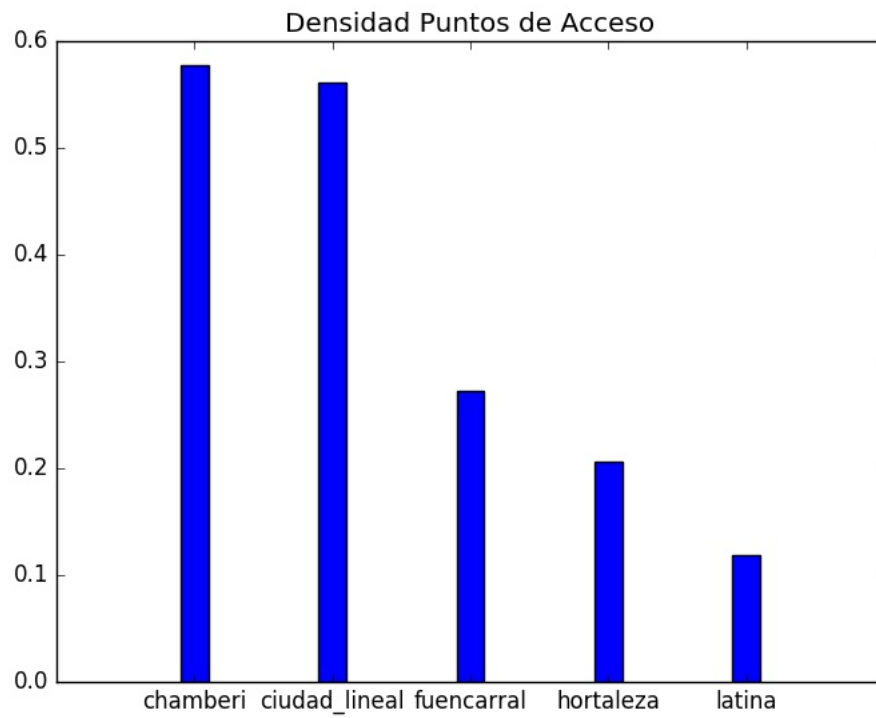


Fig. 4.5. Gráfica Densidad Puntos de Acceso por Distrito II

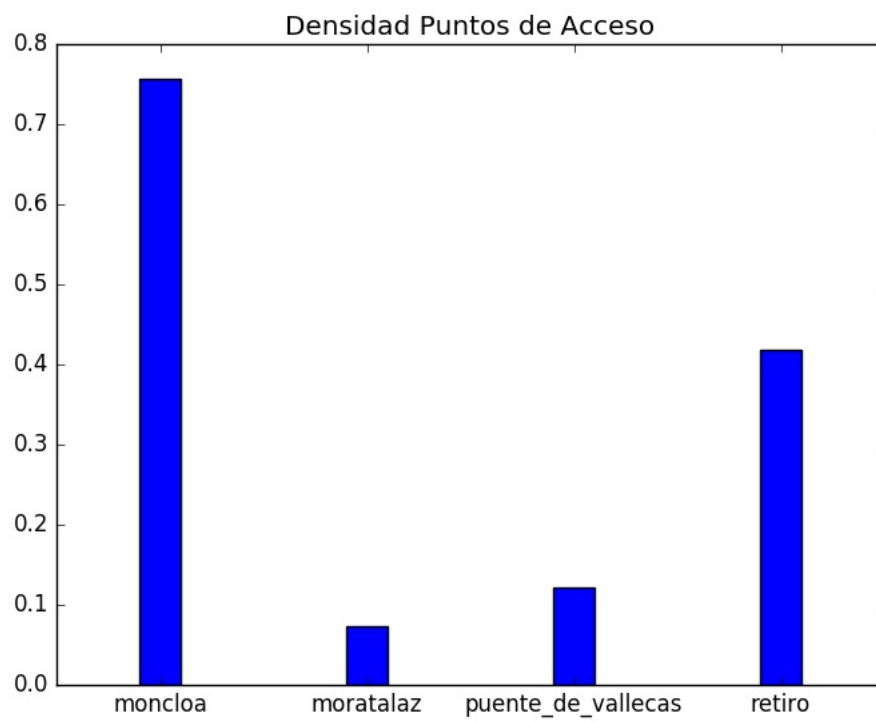


Fig. 4.6. Gráfica Densidad Puntos de Acceso por Distrito III

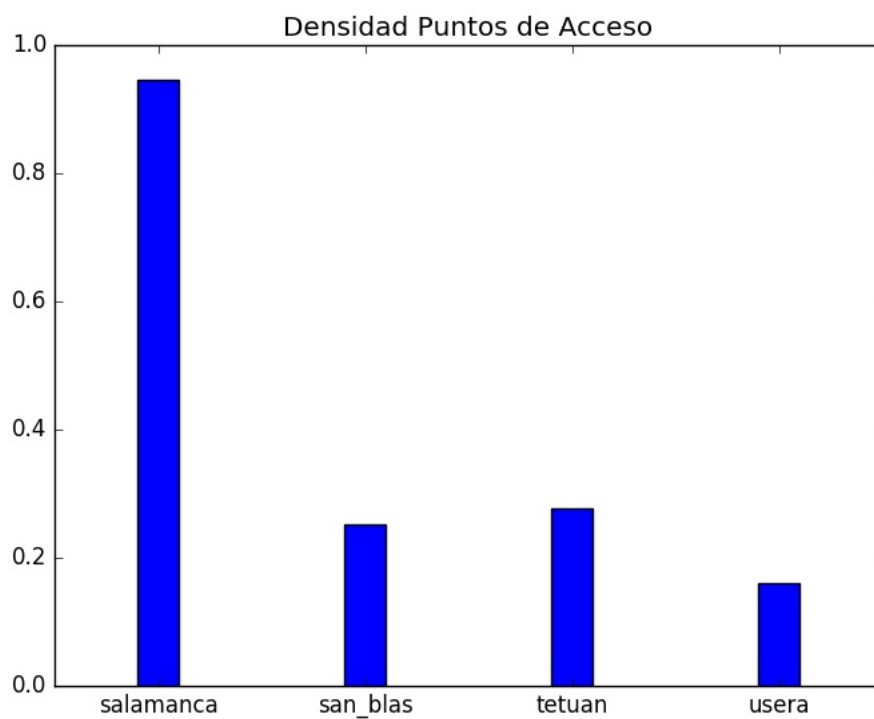


Fig. 4.7. Gráfica Densidad Puntos de Acceso por Distrito IV

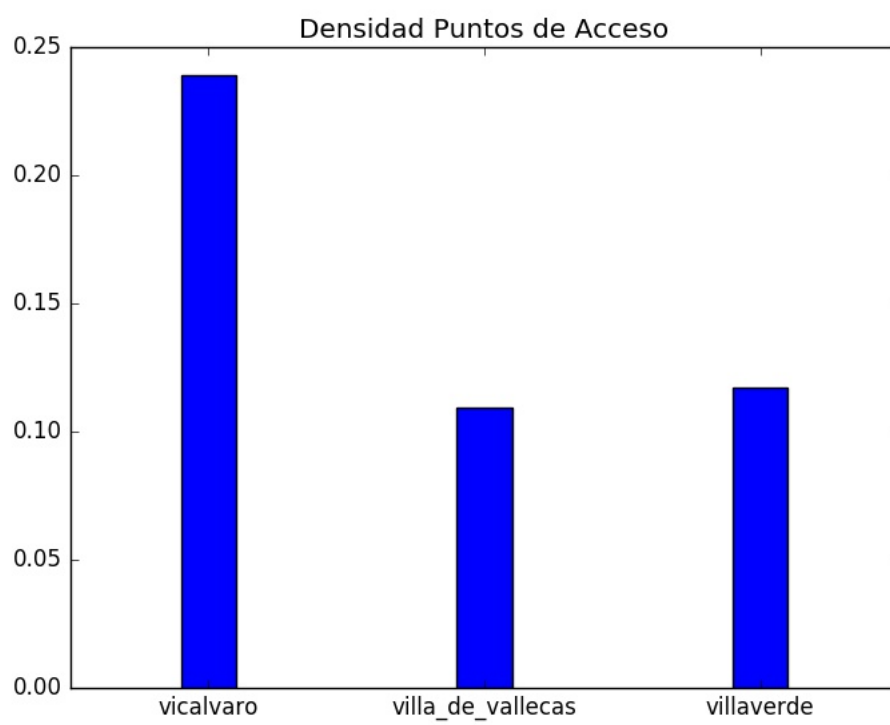


Fig. 4.8. Gráfica Densidad Puntos de Acceso por Distrito V

En estos mapas se puede observar el porcentaje de puntos de acceso que hay de cada compañía en cada distrito, la intensidad del color está relacionada con dicho porcentaje, a mayor porcentaje mayor intensidad.

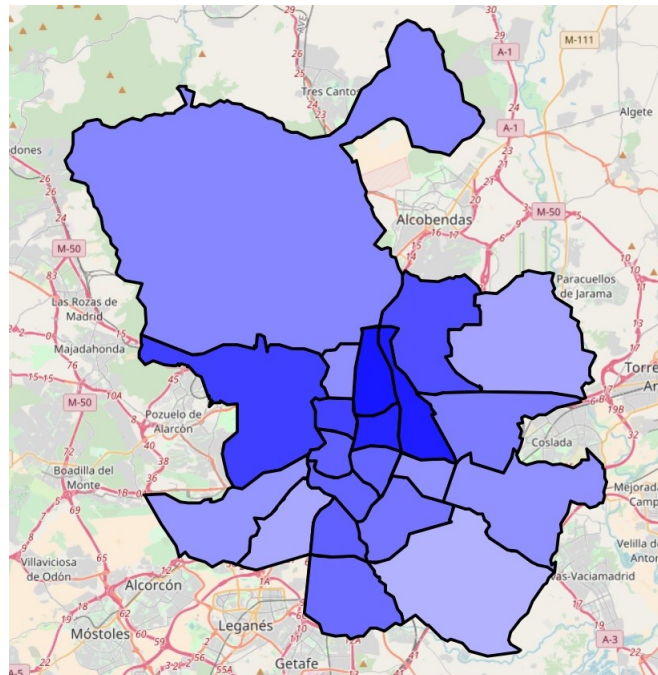


Fig. 4.9. Mapa Madrid Movistar

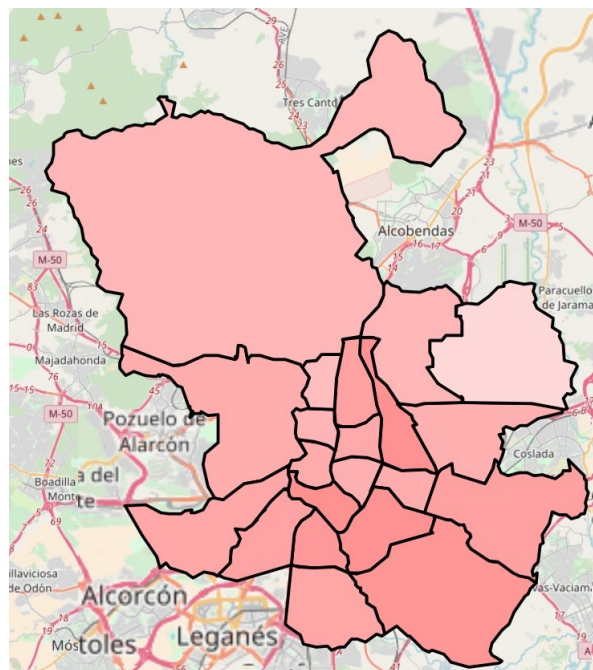


Fig. 4.10. Mapa Madrid Vodafone

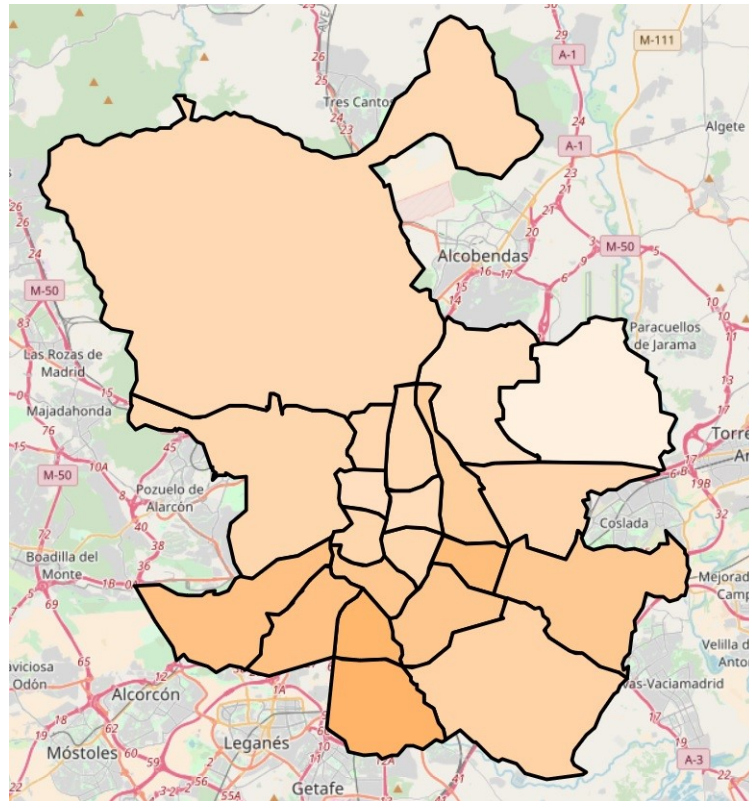


Fig. 4.11. Mapa Madrid Orange

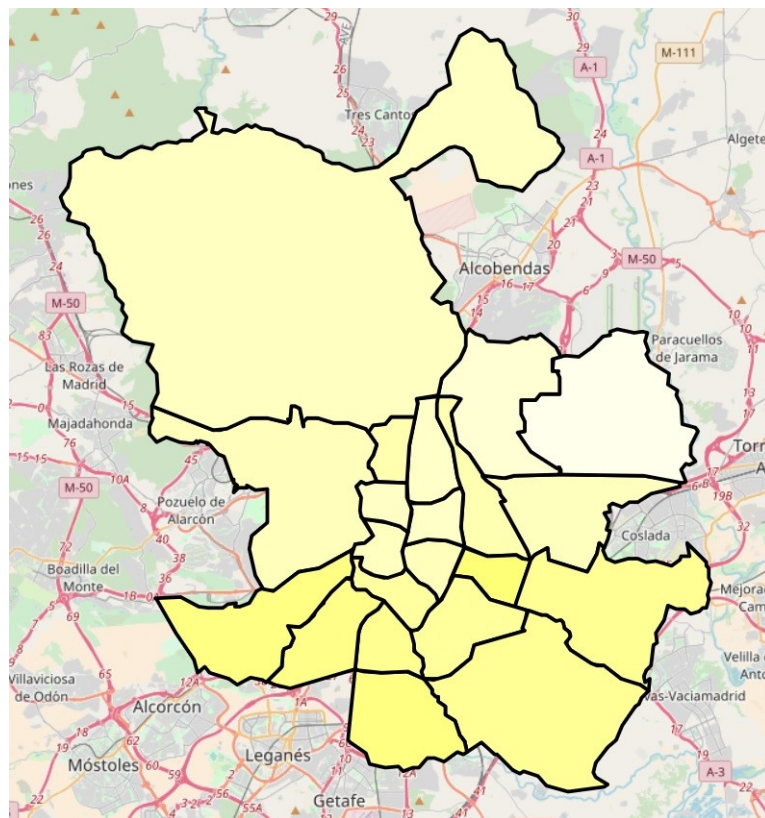


Fig. 4.12. Mapa Madrid Jazztel



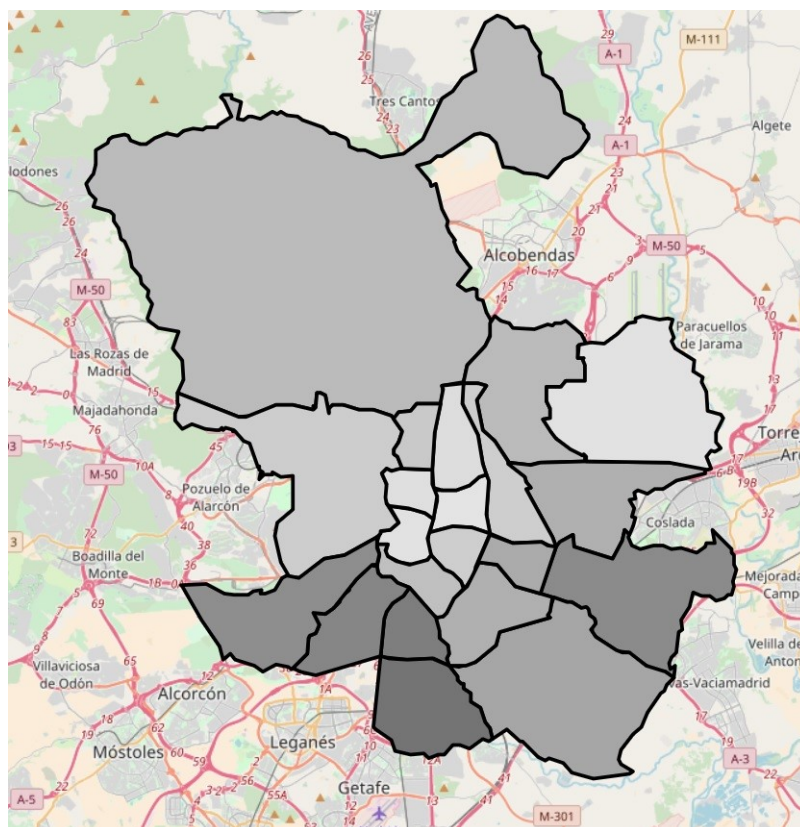


Fig. 4.13. Mapa Madrid Ono

Según los mapas, Movistar tiene sus mejores resultados en los distritos del centro, que suelen ser distritos con una renta media per cápita alta, mientras que Orange, Jazztel y Ono tienen sus mejores resultados en los distritos del sur, que son distritos con menor nivel adquisitivo. Vodafone por su parte tiene unos resultados similares en todos los distritos.

Estos mapas se han realizado con los datos de la tabla 5.1 del anexo I.

#### 4.4. Estadísticas demografía-compañías

En esta gráfica se puede observar el porcentaje de puntos de acceso de cada compañía con respecto a la edad media. Cada punto corresponde a un distrito y una compañía, los colores corresponden a cada compañía (Movistar-Azul, Vodafone-Rojo, Orange-Naranja, Jazztel-Amarillo y Ono-Negro). Se han aproximado los puntos de cada compañía a una curva mediante un polígono de tercer grado, utilizando la librería matplotlib de Python para ayudar con la visualización de dichos puntos.

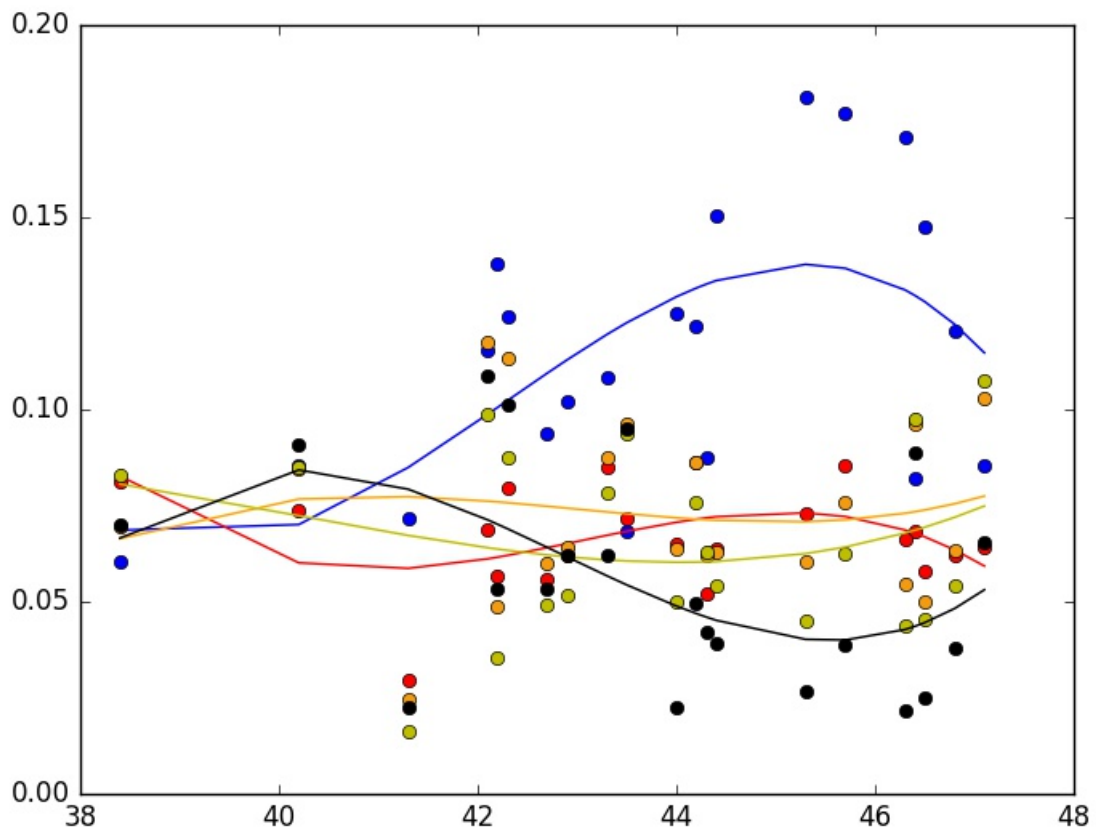


Fig. 4.14. Gráfica Compañías-Edad Media

Se puede observar como la tendencia de todas las compañías es más o menos uniforme exceptuando el caso de Movistar en el que si se aprecia una subida bastante clara cuando aumenta la edad media del distrito. Esto puede venir relacionado con el hecho de que Movistar lleva mucho más tiempo en el mercado español que el resto de compañías y eso implica que muchos clientes mayores lo son desde antes de que estuvieran el resto de compañías y se mantienen por fidelidad y por costumbre.

En esta gráfica se puede observar el porcentaje de puntos de acceso de cada compañía con respecto a la población total (en miles) de los distritos. Cada punto corresponde a un distrito y una compañía, los colores corresponden a cada compañía (Movistar-Azul, Vodafone-Rojo, Orange-Naranja, Jazztel-Amarillo y Ono-Negro). Se han aproximado los puntos de cada compañía a una curva mediante un polígono de tercer grado, utilizando la librería matplotlib de Python para ayudar con la visualización de dichos puntos.

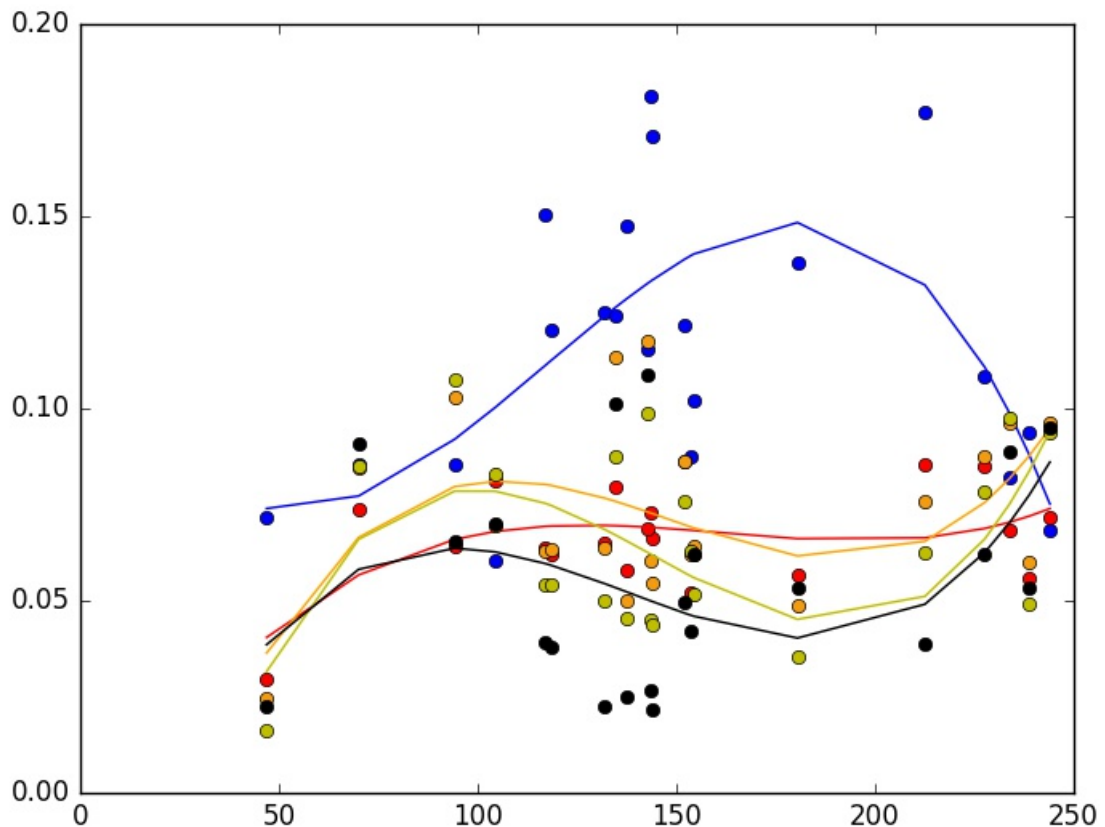


Fig. 4.15. Gráfica Compañías-Población

Aquí todas las compañías excepto Movistar una curva muy parecida, cada compañía dentro de su porcentaje de puntos de acceso. La de Movistar destaca en este caso porque sigue una tendencia ascendente excepto en los distritos más poblados, en los cuáles su porcentaje de puntos de acceso se iguala al resto

En esta gráfica se puede observar el porcentaje de puntos de acceso de cada compañía con respecto al porcentaje de autónomos de cada distrito. Cada punto corresponde a un distrito y una compañía, los colores corresponden a cada compañía (Movistar-Azul, Vodafone-Rojo, Orange-Naranja, Jazztel-Amarillo y Ono-Negro). Se han aproximado los puntos de cada compañía a una curva mediante un polígono de tercer grado, utilizando la librería matplotlib de Python para ayudar con la visualización de dichos puntos.

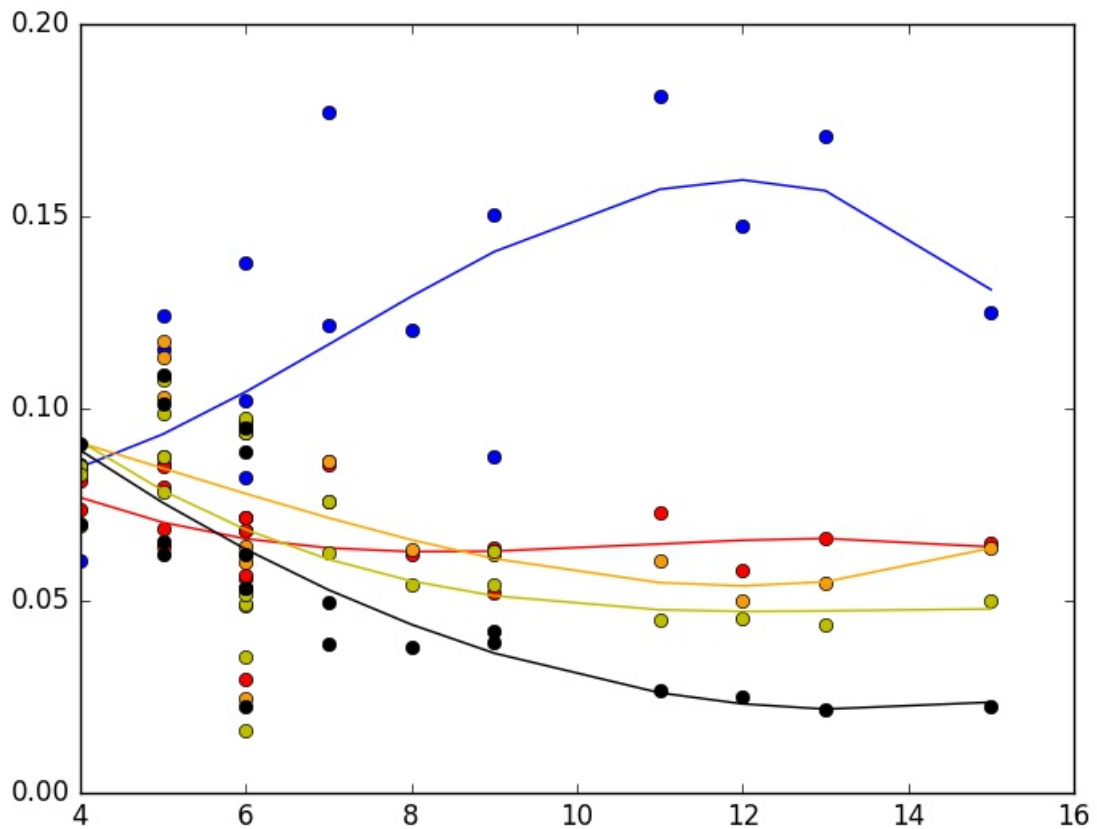


Fig. 4.16. Gráfica Compañías-Autónomos

Se puede ver como tanto Jazztel, como Orange y Ono tienen una curva descendente, a mayor porcentaje de autónomos menor porcentaje de puntos de acceso suyos. Mientras Vodafone se mantiene practicamente uniforme y Movistar tiene una curva ascendente. Luego se puede ver como hay una ligera correlación entre el porcentaje de autónomos y el porcentaje de clientes de Movistar.

En esta gráfica se puede observar el porcentaje de puntos de acceso de cada compañía con respecto al porcentaje de extranjeros de cada distrito. Cada punto corresponde a un distrito y una compañía, los colores corresponden a cada compañía (Movistar-Azul, Vodafone-Rojo, Orange-Naranja, Jazztel-Amarillo y Ono-Negro). Se han aproximado los puntos de cada compañía a una curva mediante un polígono de tercer grado, utilizando la librería matplotlib de Python para ayudar con la visualización de dichos puntos.

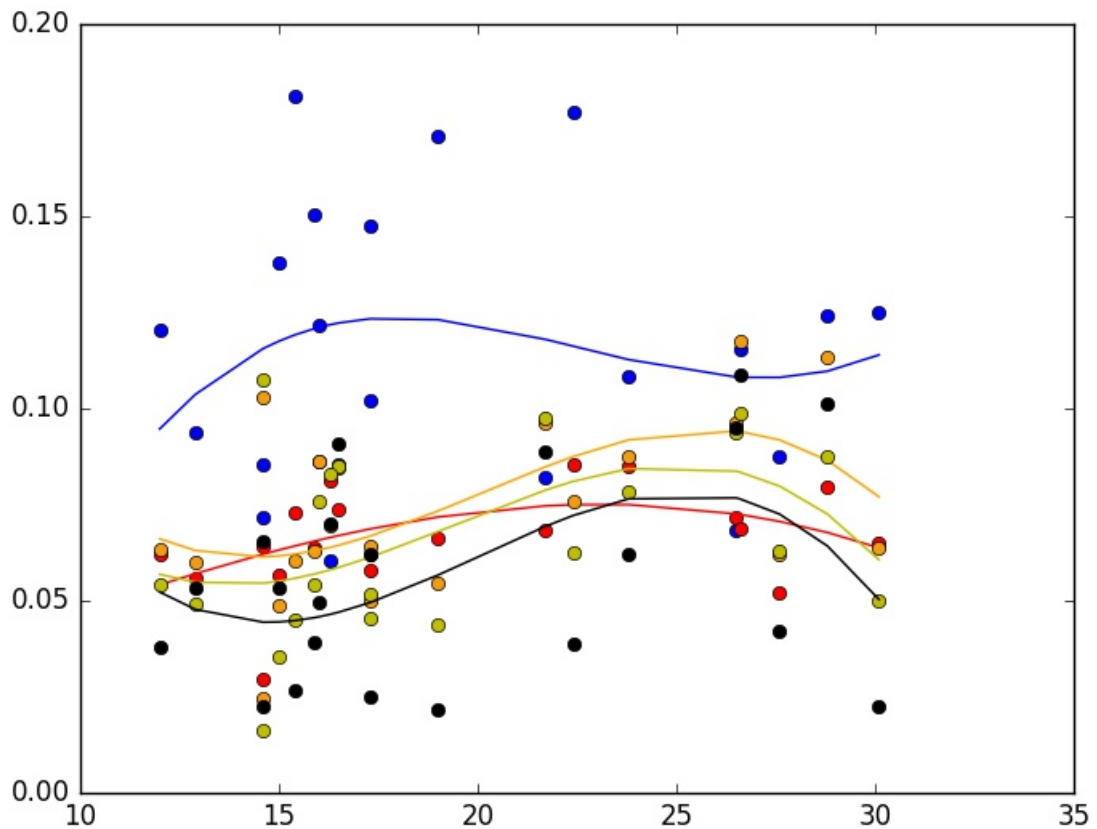


Fig. 4.17. Gráfica Compañías-Extranjeros

Las curvas en esta gráfica son relativamente similares, siempre con Movistar con mayor porcentaje de puntos de acceso sin importar el porcentaje de extranjeros, además son bastante tendidas todas las curvas luego no se puede extraer una correlación clara entre estas dos variables.

En esta gráfica se puede observar el porcentaje de puntos de acceso de cada compañía con respecto al porcentaje de personas mayores de 65 años de cada distrito. Cada punto corresponde a un distrito y una compañía, los colores corresponden a cada compañía (Movistar-Azul, Vodafone-Rojo, Orange-Naranja, Jazztel-Amarillo y Ono-Negro). Se han aproximado los puntos de cada compañía a una curva mediante un polígono de tercer grado, utilizando la librería matplotlib de Python para ayudar con la visualización de dichos puntos.

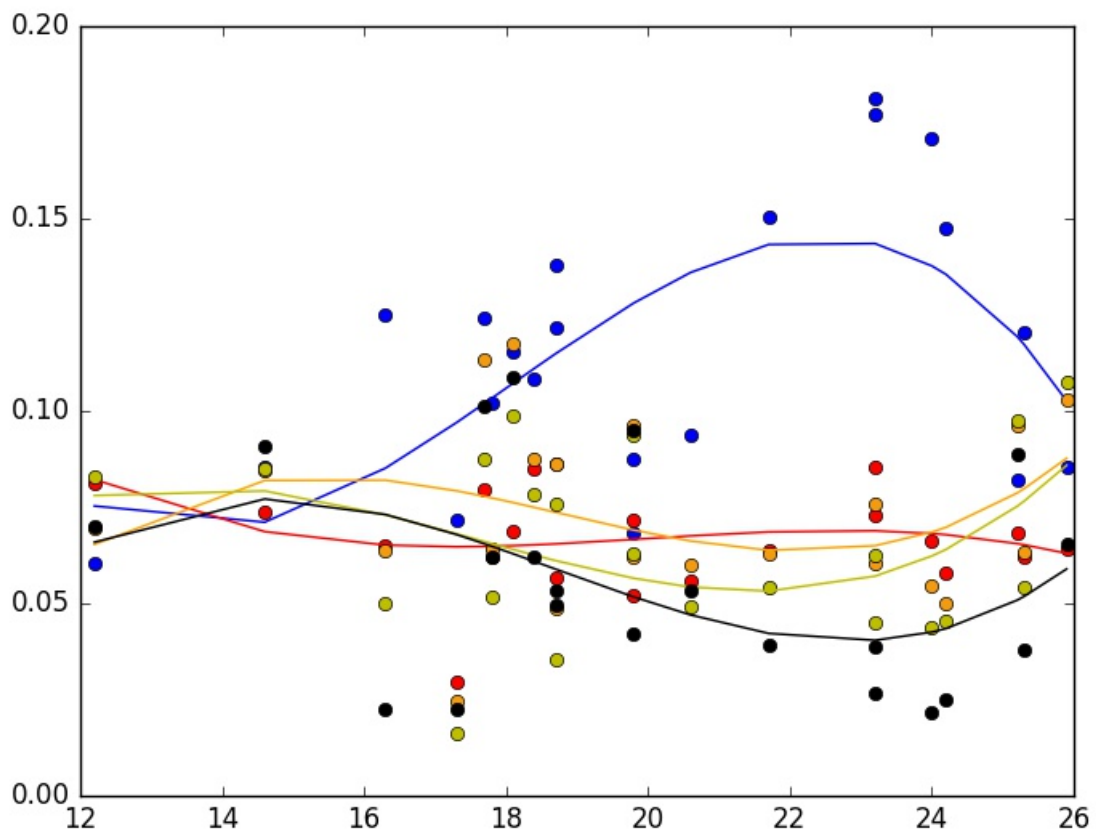


Fig. 4.18. Gráfica Compañías-Mayores de 65 años

Esta gráfica está relacionada con la gráfica de la edad media y el resultado es bastante similar. Todas las curvas son uniformes a excepción de la de Movistar que es ascendente y confirma que la correlación entre Movistar y la edad de los clientes es bastante clara por los motivos descritos antes. Del resto de compañías no se puede extraer ninguna conclusión a partir de esta gráfica.

En esta gráfica se puede observar el porcentaje de puntos de acceso de cada compañía con respecto al porcentaje de personas menores de 16 años de cada distrito. Cada punto corresponde a un distrito y una compañía, los colores corresponden a cada compañía (Movistar-Azul, Vodafone-Rojo, Orange-Naranja, Jazztel-Amarillo y Ono-Negro). Se han aproximado los puntos de cada compañía a una curva mediante un polígono de tercer grado, utilizando la librería matplotlib de Python para ayudar con la visualización de dichos puntos.

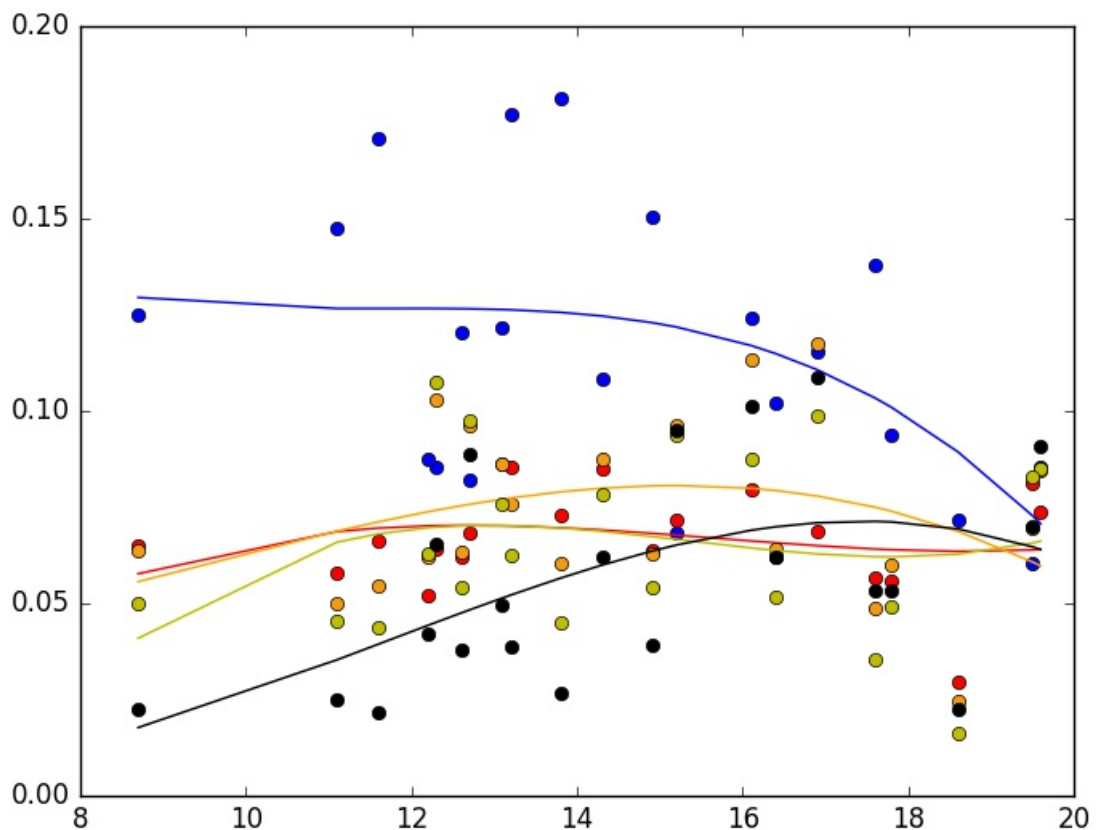


Fig. 4.19. Gráfica Compañías-Menores de 16 años

En esta gráfica las curvas son casi las contrarias a las de la anterior. Mientras que Movistar baja conforme aumenta el porcentaje de menores, otras compañías, en especial Ono, aumentan.

En esta gráfica se puede observar el porcentaje de puntos de acceso de cada compañía con respecto al porcentaje de personas desempleadas de cada distrito. Cada punto corresponde a un distrito y una compañía, los colores corresponden a cada compañía (Movistar-Azul, Vodafone-Rojo, Orange-Naranja, Jazztel-Amarillo y Ono-Negro). Se han aproximado los puntos de cada compañía a una curva mediante un polígono de tercer grado, utilizando la librería matplotlib de Python para ayudar con la visualización de dichos puntos.

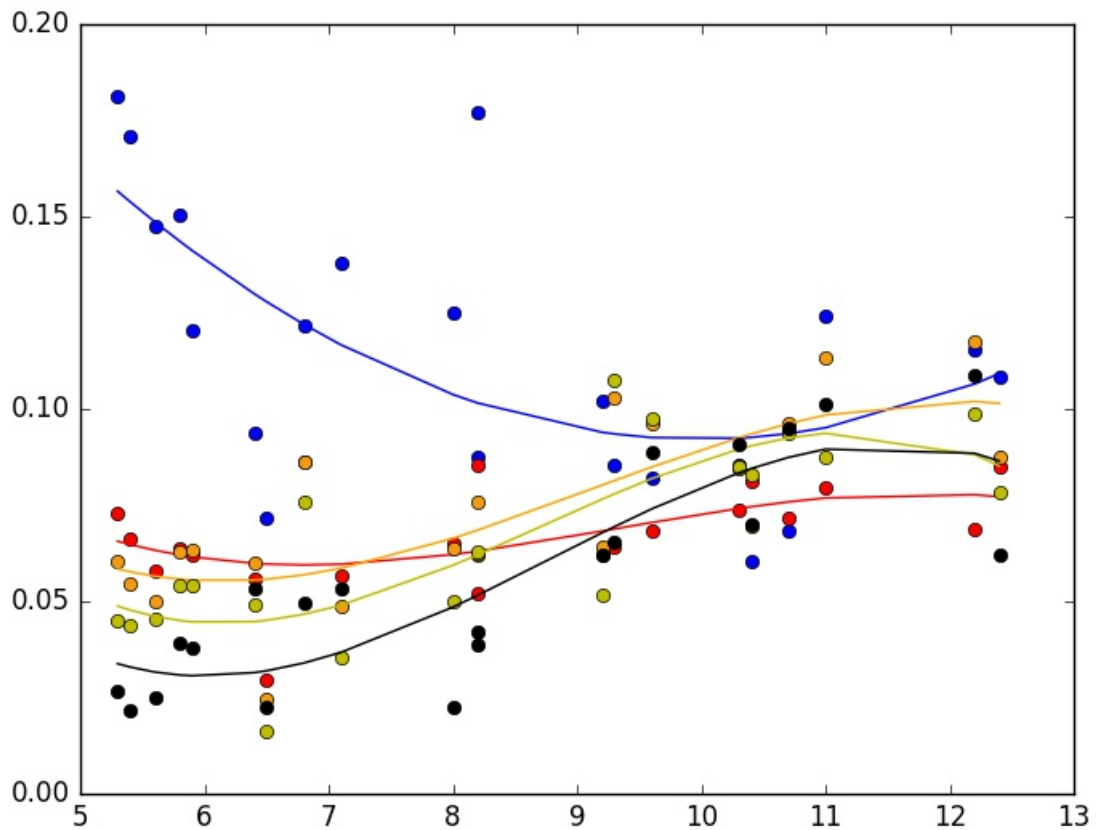


Fig. 4.20. Gráfica Compañías-Parados

Aquí se puede observar como la curva de Movistar es la contraria al resto de compañías. Mientras que la de Movistar es descendente, el resto es ascendente, aunque en el caso de Vodafone de forma muy ligera. Esto podría deberse a que las ofertas de las otras compañías son más asequibles o tiene más flexibilidad de precios.



En esta gráfica se puede observar el porcentaje de puntos de acceso de cada compañía con respecto a la renta media de cada distrito. Cada punto corresponde a un distrito y una compañía, los colores corresponden a cada compañía (Movistar-Azul, Vodafone-Rojo, Orange-Naranja, Jazztel-Amarillo y Ono-Negro). Se han aproximado los puntos de cada compañía a una curva mediante un polígono de tercer grado, utilizando la librería matplotlib de Python para ayudar con la visualización de dichos puntos.

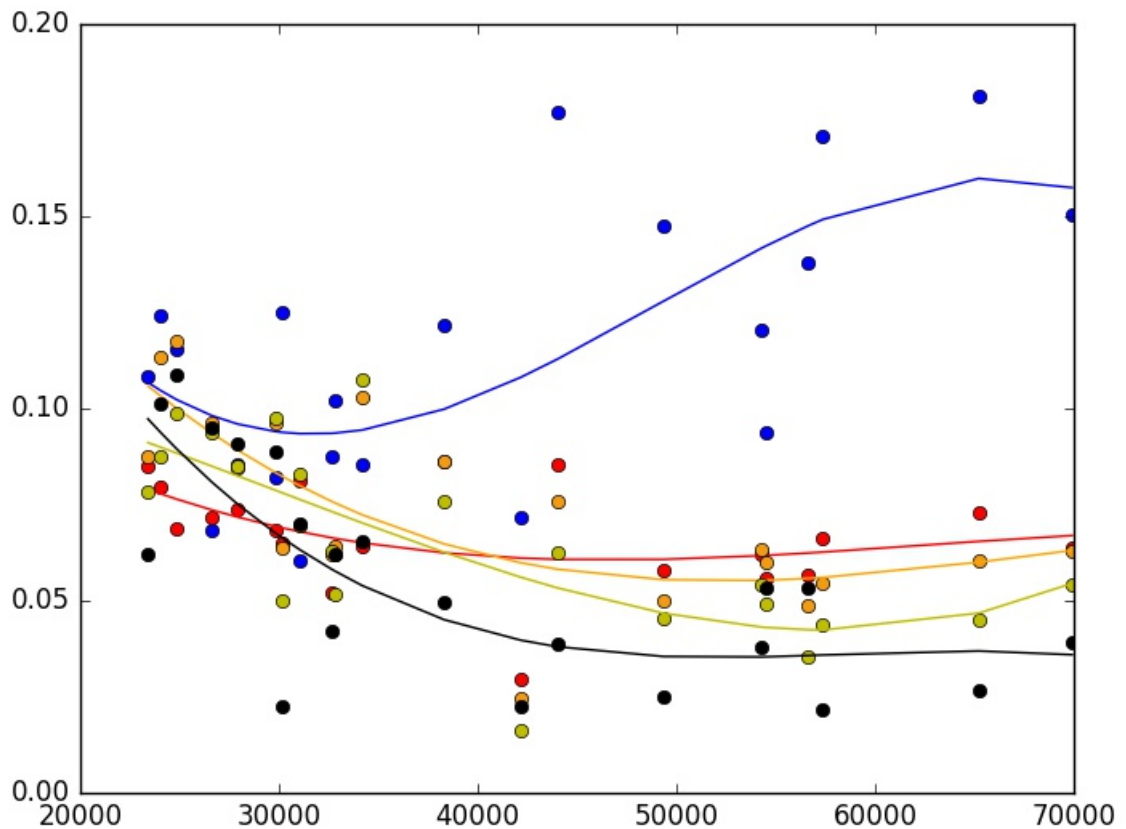


Fig. 4.21. Gráfica Compañías-Renta Media

La apreciación hecha en la gráfica anterior parece confirmarse en esta gráfica en la que se observa como la curva de Movistar es ascendente, a mayor renta mayor porcentaje, mientras que el resto es descendente. Así que parece que hay una clara correlación entre el poder adquisitivo con la compañía que tienes contratada.

Todas estas gráficas se han realizado con los datos de las tablas del anexo I.

## **5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS**

Con estas conclusiones se puede decir que a Movistar le interesaría enfocar su expansión hacia una clientela más joven y con menores ingresos ya que es donde tiene mayor margen de crecimiento, mientras que el resto de compañías tendrían que estudiar como pueden ganarse a ese cliente mayor. Esto último es complicado ya que por costumbre o por rutina es complicado que ese tipo de cliente cambie de compañía, así que los esfuerzos desde el punto de vista de marketing y publicidad podrían ir mejor orientados a la fidelización de la clientela joven que tienen y que es más volátil para asegurarla y seguir atrayendo a los jóvenes que se vayan independizando.

Estas conclusiones están basadas en los datos obtenidos que no están completos ya que para ello habría que tener acceso a las bases de datos de las compañías. No obstante se cumple el objetivo de sentar las bases para un proyecto futuro que complete estos datos, bien obteniendo datos de otro sitio o bien completando con todos los parámetros que guarda la base de datos usada en este proyecto y que no se han guardado.

## 6. PLANIFICACIÓN

La planificación del proyecto consta de las siguientes etapas que se detallan a continuación:

- **Análisis del problema.** Se realiza un análisis del proyecto, y se analizan las distintas opciones existentes para extraer los datos necesarios para el trabajo.
- **Estudio del estado de la cuestión.** Búsqueda de información sobre la evolución de Internet en este país. Se repasa el estándar IEEE 802.11 y se decide cuál va a ser la web desde la que se extraigan los datos.
- **Desarrollo plataforma de captura de datos.** Se estudia la API que ofrece la web, se buscan librerías existentes que usen la API y se elige la que más se adapta a las necesidades. Durante este período se realizan subidas de datos a la web para validar datos ya subidos. Se procede con el desarrollo del programa.
- **Desarrollo aplicación de visualización.** Se analiza cuál es el mejor método para visualizar los datos. Se realiza una búsqueda de las librerías que pueden servir para realizar esta visualización y, por último, se desarrolla el programa.
- **Documentación.** Se documenta todo el proceso.

Una vez definidas las etapas del proyecto se procede a realizar una planificación más detallada del trabajo. Con dicha planificación sale una duración total de cuatro meses y medio, desde el 1 de febrero de 2018 hasta el 13 de junio de 2018. A continuación se muestra en la figura 6.1 el diagrama de Gantt del proyecto.

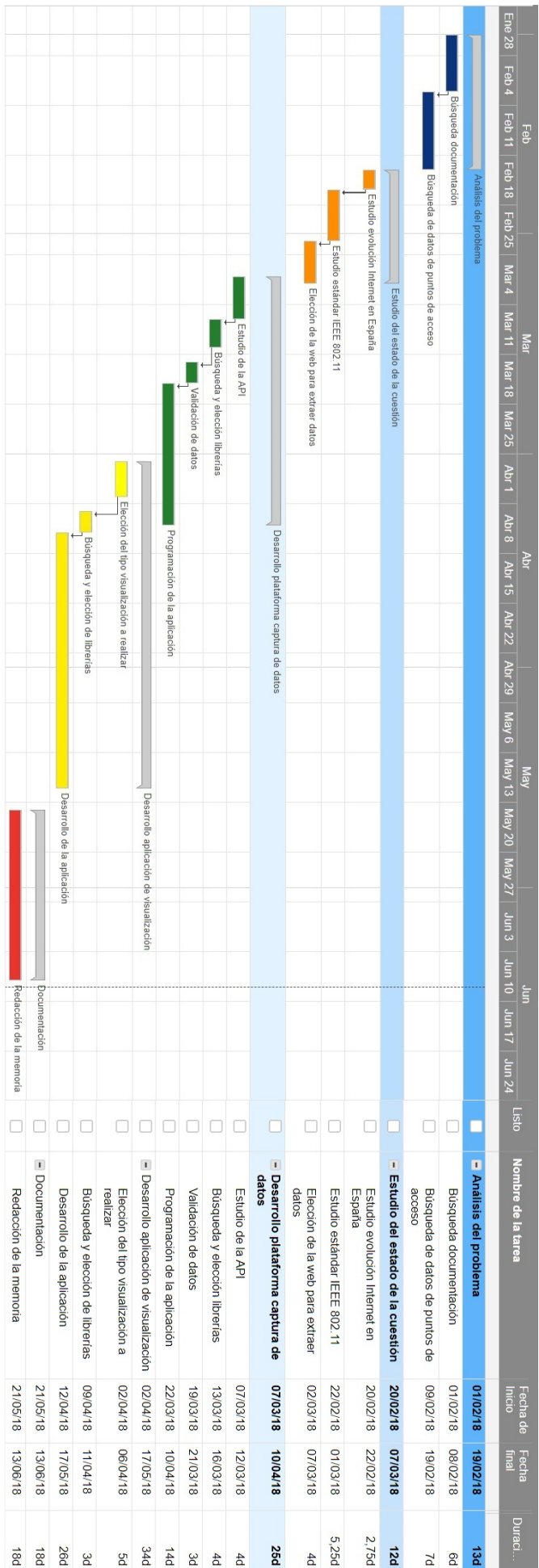


Fig. 6.1. Diagrama de Gantt de la planificación

## 7. PRESUPUESTO

En este apartado se realiza un estudio del coste económico del proyecto. Se distingue entre costes materiales y costes de recursos humanos. En las siguientes secciones se puede observar el desglose de los mismos así como el coste total del proyecto.

### 7.1. Costes materiales

En esta sección se presentan los costes asociados al hardware usado en el proyecto, IVA incluido.

TABLA 7.1. COSTES MATERIALES

Material	Coste (euros)
Asus R510VX	754.75
Total 754.75	

### 7.2. Costes de recursos humanos

En esta sección se presentan los costes relacionados con el trabajo humano realizado durante el proyecto. En la figura siguiente se muestran los diferentes grupos de cotización con sus bases salariales mínimas y máximas y con las que se ha realizado el cálculo. Estos datos provienen del Ministerio de Empleo y Seguridad Social [12].

BASES DE COTIZACIÓN CONTINGENCIAS COMUNES			
Grupo de Cotización	Categorías Profesionales	Bases mínimas euros/mes	Bases máximas euros /mes
1	Ingenieros y Licenciados. Personal de alta dirección no incluido en el artículo 1.3.c) del Estatuto de los Trabajadores	1.199,10	3.751,20
2	Ingenieros Técnicos, Peritos y Ayudantes Titulados	994,20	3.751,20
3	Jefes Administrativos y de Taller	864,90	3.751,20
4	Ayudantes no Titulados	858,60	3.751,20
5	Oficiales Administrativos	858,60	3.751,20
6	Subalternos	858,60	3.751,20
7	Auxiliares Administrativos	858,60	3.751,20

Fig. 7.1. Bases de cotización

En este proyecto la base que interesa es la del grupo 1 de cotización. Aplicando la base media que es de 2475.15 euros y suponiendo meses de 22 jornadas laboras, sale un coste diario de 112.50 euros. Teniendo en cuenta que en el período de duración del proyecto hubo 94 días laborables, y que solo hubo un trabajador (el alumno), los resultados son los que se muestran en la tabla siguiente.

TABLA 7.2. COSTES RECURSOS HUMANOS

Grupo de Cotización	Coste (euros/jornada)	Duración proyecto (días)	Coste total (euros)
1	112.50	94	10575.00

A esto hay que añadirle el 23.60 por ciento derivado de la cotización de la Seguridad Social, este dato proviene del Ministerio De Empleo y Seguridad Social. Con lo que los costes totales de recursos humanos son 13070.70 euros.

### 7.3. Costes totales

A continuación se muestran los costes totales del proyecto.

TABLA 7.3. COSTES TOTALES

Tipo de coste	Coste total (euros)
Costes materiales	754.75
Costes recursos humanos	13070.70
Total 13825.45	

Con esto, el presupuesto total del proyecto asciende a trece mil ochocientos veinticinco euros y cuarenta y cinco céntimos, 13825.45 euros.

## 8. RESUMEN

The main objective of the project is to establish the bases for a study of the points of access of Madrid and with this study to find possible relationships with demographic factors.

This project begins studying the use of Internet in Spain. The use of the Internet was limited to the scientific community from its beginning in 1984 until 2000. Some of the most important projects of these years were Ibertex and Infovía, both launched by Telefonica. The percentage of Internet users begins to grow after 2000 with the arrival of ADSL flat rate. Internet coverage is almost complete in Spain today, an 84.6 percent in 2017, but the fiber coverage remains at 71.4 percent and it's irregular in the different territories of the country.

Once we have seen the progress of the Internet in Spain, we decided to focus the study on wireless networks because they represent the most part of the global IP traffic. These type of networks use the IEEE 802.11 standard that defines the operation of networks as used as WIFI.

Different websites have been studied to collect data and it was decided to use WiGLE because it was the most reliable site. This web stores data uploaded by users and can be consulted by different keywords like ssid, date or coordinates. WiGLE also provide a simple API to perform this queries. A program has been designed to download the data using the web API. This program is made with python 2.7. It has had to dodge some limitations of the web to do it, the most important of which is the limit of daily requests to the web.

Finally it was decided to divide Madrid by districts and make a query for each company (Movistar, Vodafone, Orange, Jazztel and Ono) and district. This solution is not perfect but it serves the purpose of the project and it allows a future improvement to refine this method of data collection. The query is using the ssid of the network and checking if it matches with any company. Only data that is saved is the total number of access points of each company, the rest of individual data are discarded in this project.

Other data that have been used for the study have been the demographic data of Madrid. These data serve to put the study in context from a social and economic point of view.

Two other applications have been programmed to help with the study of this data.

The first one is an application that takes the saved data and it creates graphs with them. It also generates a JSON file that will be used in the other application. The operation of this application is simple. It extracts the data from a csv file then it transforms it into a Pandas dataframe which is formed by the following fields.

- Name of the district
- Total access points.
- Total Movistar's access points.
- Total Vodafone's access points.
- Total Orange's access points.
- Total Jazztel's access points.
- Total Ono's access points.
- Average age.
- Total population.
- Percentage of autonomous.
- Percentage de foreigners.
- Percentage of people over 65.
- Percentage of people under 16.
- Percentage of unemployed.

The next step is to make the graphs and later a JSON file has been created with the percentages of access points by company and district.

The other app consist of a map made with Javascript. You can differentiate the districts of Madrid on this map due to geoJSON files that contain the data of the boundaries of the districts. Five maps have been made, one for each company and they represent the percentage of access points of that company with respect to the total. For each map a different color related to the company has been used (Blue-Movistar, Red-Vodafone, Orange-Orange, Yellow-Jazztel and Black-Ono).



The first graph that has been made shows the total data of Madrid. It was decided to only include the data of the five companies and it was decided to add the data of WLAN networks because they represented a number comparable to the numbers of the companies. The graph shows that about half of the access points do not belong to any of the groups but they could not be grouped so that they formed a big group by themselves. Graphs like this have been made for each district and the same trend is shown, the total access points number is twice as large as the sum of the five companies and WLAN access points.

Another type of graph that has been made represents the density of access points by population. In these graphs it is observed how the density increases in the rich districts while it decreases in the poor districts. This may be because there are more WiGLE users in these districts or it may mean that these two variables are related.

Another way to represent densities of access points is through maps. The percentage of access points of a company with respect to the total number of access points per district is represented on the maps. The color of the district becomes darker or lighter based on the percentage of that company. The maps show how Movistar has more points in the districts of the center while the rest of companies, except Vodafone that has similar results throughout Madrid, get their best results in the southern districts. This is an example of these maps.

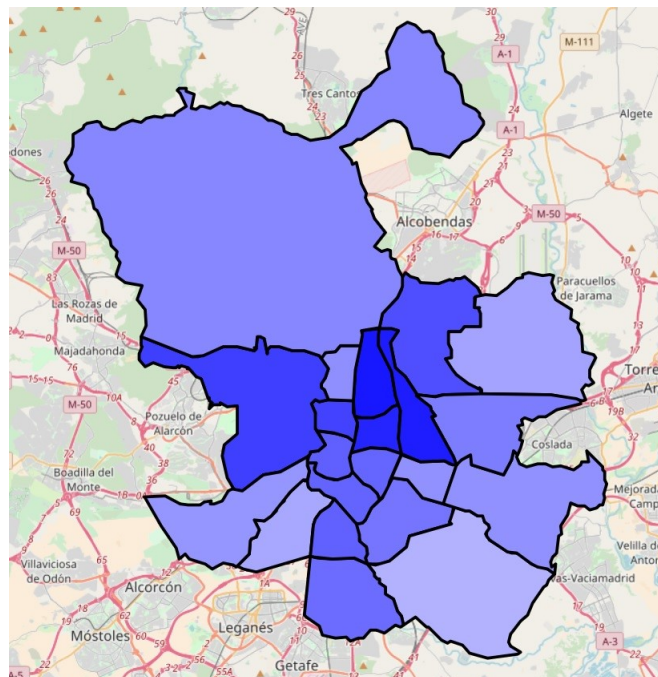


Fig. 8.1. Mapa Madrid Movistar

For social and economic analysis the following graphs have been made comparing the percentages of the companies with data from the districts.

- Companies - Average age.
- Companies - Total population.
- Companies - Percentage of autonomous.
- Companies - Percentage de foreigners.
- Companies - Percentage of people over 65.
- Companies - Percentage of people under 16.
- Companies - Percentage of unemployed.
- Companies - Average income.

In the graphic companies - average age a uniform trend is observed except in the case of Movistar that increases with age.

In the graphic companies - total population is observed as Movistar wins in all the districts except in the most populated, where its percentage drops.

In the graphic companies - autonomous is observed as Jazztel, Orange and Ono have more access points when the percentage of autonomous is less while Movistar is the opposite.

In the graphic companies - foreigners it is observed how all the companies follow a similar trend so nothing can be extracted from it.

In the graphic companies - people over 65 a tendency similar to the graph of the average age is observed. Movistar increases the higher the percentage and the rest of companies is fairly uniform

In the graphic companies - people under 16 the tendency is the opposite to the previous graph. Ono stands out because its percentage clearly increases when the percentage of minors increases.

In the graphic companies - unemployed Movistar trend is downward while the rest of companies grow.

Finally in the graphic of companies - average income is observed as Movistar is the only company that grows when the average income is higher.

These graphs analyzed are as follows.

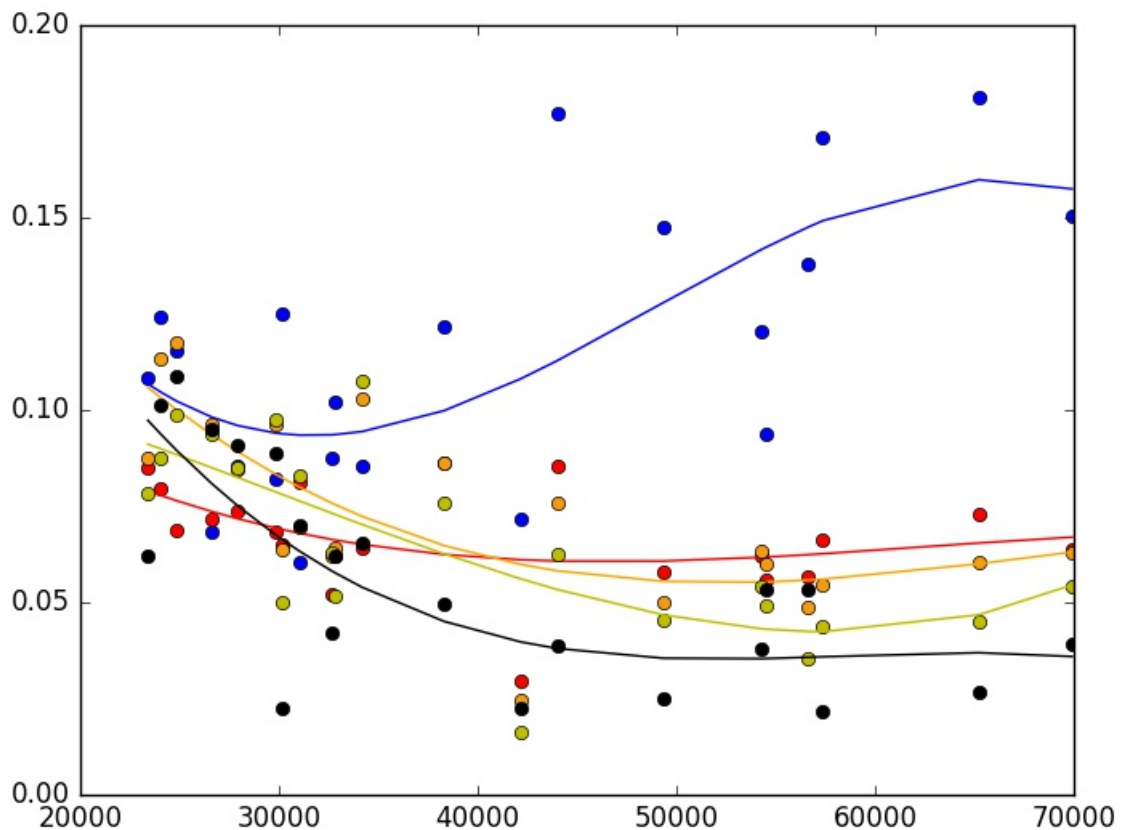


Fig. 8.2. Gráfica Compañías-Renta Media

With these trends, it can be concluded that the Movistar customer is a customer with a high average income and also a high age. The rest of the companies do not have such a clear profile with the results obtained although there is a certain trend towards a younger profile and with less money.

To finish it can be said that Movistar would be interested in expanding among young people since that is where it has the greatest growth margin, while the rest of companies would have to focus on the older customers. This is difficult because it is rare for that type of client to change company because they have been there for many years, so one option is to try to build loyalty to their young customers to ensure it and continue to attract young people who become independent.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Loyra, "Análisis de las novedades introducidas por el RGPD", Loyra. Disponible en: <https://www.loyra.com/reglamento-general-de-proteccion-de-datos-analisis-sobre-las-novedades-que-impone-a-las-empresas/>
- [2] AUI, "Cronología hechos más relevantes (1984 – 2000)", AUI. Disponible en: [http://www.aui.es/?page=doc\\_histo\\_article&id\\_article=2898](http://www.aui.es/?page=doc_histo_article&id_article=2898)
- [3] INE, "Encuesta sobre Equipamiento y Uso de Tecnologías de Información y Comunicación en los Hogares", INE, Octubre 2017. Disponible en: <http://www.ine.es/prensa/np1017.htm>
- [4] El País, "La implantación de Internet en España es sensiblemente inferior respecto a la UE", El País, Mayo 2008. Disponible en: [https://elpais.com/tecnologia/2008/05/28/actualidad/1211963286\\_850215.html](https://elpais.com/tecnologia/2008/05/28/actualidad/1211963286_850215.html)
- [5] Ministerio de Economía y Empresa, "Consulta de cobertura", Ministerio de Economía y Empresa, 2017. Disponible en: <http://www.minetad.gob.es/telecomunicaciones/banda-ancha/cobertura/consulta/Paginas/consulta-cobertura-banda-ancha.aspx>
- [6] Matthew Gast, "802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide", O'Reilly, 2ª Edición, Abril 2005
- [7] Portal Estadístico de Madrid, "El municipio en cifras", Portal Estadístico de Madrid. Disponible en: <http://portalestadistico.com/municipioencifras/default.aspx?pn=madrid&pc=ZTV21&idp=14&idpl=1306&idioma=>
- [8] Urban Audit, "Renta media de los hogares", Portal web del Ayuntamiento de Madrid, 2014. Disponible en: <http://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/El-Ayuntamiento/Estadistica/Areas-de-informacion-estadistica/Economia/Renta/Renta-neta-media-de-los-hogares-Urban-Audit-/?vgnnextfmt=default&vgnextoid=65e0c19a1666a510VgnVCM10000001d4a900aRCRD&vgnnextchannel=ef863636b44b4210VgnVCM20000000c205a0aRCRD>
- [9] Wikipedia, "IEEE 802.11", Wikipedia, 2018. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/IEEE\\_802.11](https://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11)
- [10] Wikipedia, "IEEE 802.11ac", Wikipedia, 2018. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/IEEE\\_802.11ac](https://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11ac)
- [11] Wikipedia, "Wireless Gigabit Alliance", Wikipedia, 2018. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Wireless\\_Gigabit\\_Alliance](https://es.wikipedia.org/wiki/Wireless_Gigabit_Alliance)

- [12] Ministerio de Empleo y Seguridad Social, "Bases y tipos de cotización 2018", Ministerio de Empleo y Seguridad Social, 2018. Disponible en: [http://www.seg-social.es/Internet\\_1/Trabajadores/CotizacionRecaudaci10777/Basesytiposdecotiza36537/index.htm](http://www.seg-social.es/Internet_1/Trabajadores/CotizacionRecaudaci10777/Basesytiposdecotiza36537/index.htm)

## ANEXO I. TABLAS

TABLA 8.1. DATOS PUNTOS DE ACCESO POR DISTRITO

Nombre	Total	Movistar	Vodafone	Orange	Jazztel	Ono	Wlan
Arganzuela	78175	9496	6758	6757	5930	3866	14532
Barajas	31771	2273	943	775	515	720	1755
Carabanchel	25548	1751	1826	2456	2392	2425	6618
Centro	141484	17698	9222	9012	7057	3209	20598
Chamartín	92249	16716	6726	5589	4139	2471	15942
Chamberí	79372	11696	4609	3963	3600	1980	14693
Ciudad Lineal	119216	21109	10178	9060	7433	4608	22716
Fuencarral-El Pardo	65182	6119	3637	3904	3206	3465	15303
Hortaleza	37212	5139	2109	1814	1324	1980	7864
Latina	27743	2277	1897	2674	2701	2461	6563
Moncloa-Aravaca	88411	13296	5620	5576	4787	3464	17055
Moratalaz	6847	584	439	705	736	449	2111
Puente de Vallecas	27738	3009	2356	2425	2173	1722	5364
Retiro	49485	5959	3068	3128	2688	1886	9279
Salamanca	136075	23260	9026	7416	5970	2929	23670
San Blas-Canillejas	39037	3979	2422	2498	2019	2429	4255
Tetuán	42517	3728	2211	2646	2677	1788	9923
Usera	21509	2670	1713	2441	1880	2178	2681
Vicálvaro	16741	1432	1233	1419	1422	1520	3518
Villa de Vallecas	11446	690	930	795	950	803	2997
Villaverde	16711	1931	1150	1963	1653	1818	1794

TABLA 8.2. DATOS DEMOGRÁFICOS POR DISTRITO I

Nombre	Renta Media	Edad Media	Autónom.	Población	Extranjer.
Arganzuela	38308.48	44.2	7	151965	16.0
Barajas	42155.28	41.3	6	46876	14.6
Carabanchel	26625.88	43.5	6	243998	26.5
Centro	30197.44	44.0	15	131928	30.1
Chamartín	65216.04	45.3	11	143424	15.4
Chamberí	49347.6	46.5	12	137401	17.3
Ciudad Lineal	44001.48	45.7	7	212529	22.4
Fuencarral-El Pardo	54478.58	42.7	6	238756	12.9
Hortaleza	56606.33	42.2	6	180462	15.0
Latina	29817.66	46.4	6	233808	21.7
Moncloa-Aravaca	69915.64	44.4	9	116903	15.9
Moratalaz	34191.25	47.1	5	94197	14.6
Puente de Vallecas	23405.03	43.3	5	227595	23.8
Retiro	54250.43	46.8	8	118516	12.0
Salamanca	57371.99	46.3	13	143800	19.0
San Blas-Canillejas	32807.06	42.9	6	154357	17.3
Tetuán	32624.35	44.3	9	153789	27.6
Usera	24059.93	42.3	5	134791	28.8
Vicálvaro	27926.54	40.2	4	70051	16.5
Villa de Vallecas	31063.4	38.4	4	104421	16.3
Villaverde	24870.78	42.1	5	142608	26.6
Fuente Urban Audit y Portal Estadístico de Madrid					

TABLA 8.3. DATOS DEMOGRÁFICOS POR DISTRITO II

Nombre	Mayores de 65 años	Menores de 16 años	Parados
Arganzuela	18.7	13.1	6.8
Barajas	17.3	18.6	6.5
Carabanchel	19.8	15.2	10.7
Centro	16.3	8.7	8
Chamartín	23.2	13.8	5.3
Chamberí	24.2	11.1	5.6
Ciudad Lineal	23.2	13.2	8.2
Fuencarral-El Pardo	20.6	17.8	6.4
Hortaleza	18.7	17.6	7.1
Latina	25.2	12.7	9.6
Moncloa-Aravaca	21.7	14.9	5.8
Moratalaz	25.9	12.3	9.3
Puente de Vallecas	18.4	14.3	12.4
Retiro	25.3	12.6	5.9
Salamanca	24.0	11.6	5.4
San Blas-Canillejas	17.8	16.4	9.2
Tetuán	19.8	12.2	8.2
Usera	17.7	16.1	11
Vicálvaro	14.6	19.6	10.3
Villa de Vallecas	12.2	19.5	10.4
Villaverde	18.1	16.9	12.2
Fuente Portal Estadístico de Madrid			



## ANEXO II. FIGURAS

La escala de las figuras varía en cada una de ellas. Hay mucha diferencia entre los puntos de acceso de algunos distritos y poner todos en la misma escala dificultaría la visualización de algunas de las gráficas. En el eje Y se observa la escala en la que está cada figura.

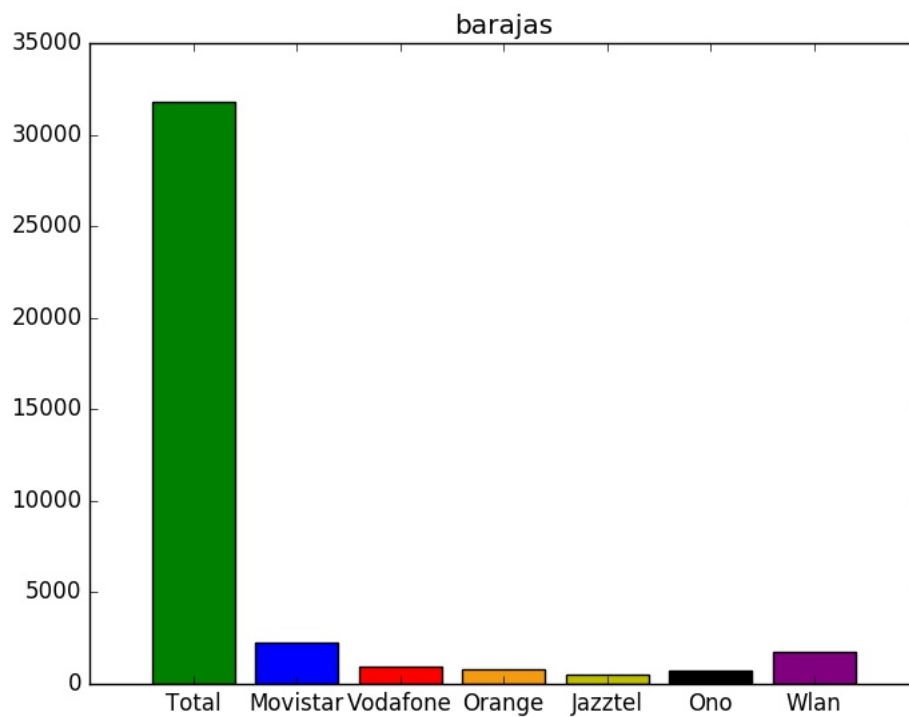


Fig. 8.3. Gráfica Puntos de Acceso Barajas

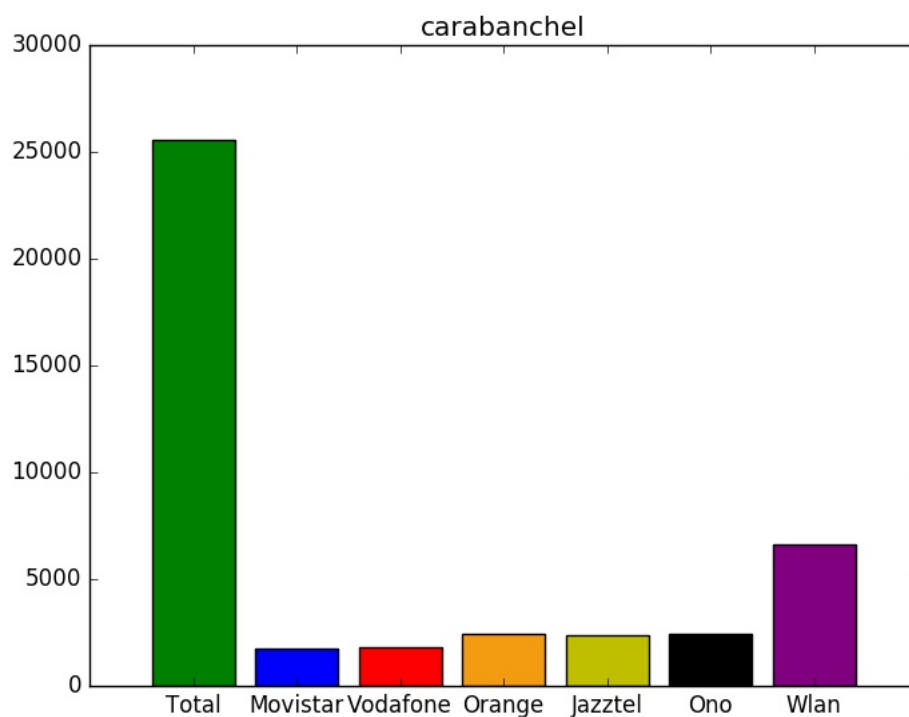


Fig. 8.4. Gráfica Puntos de Acceso Carabanchel

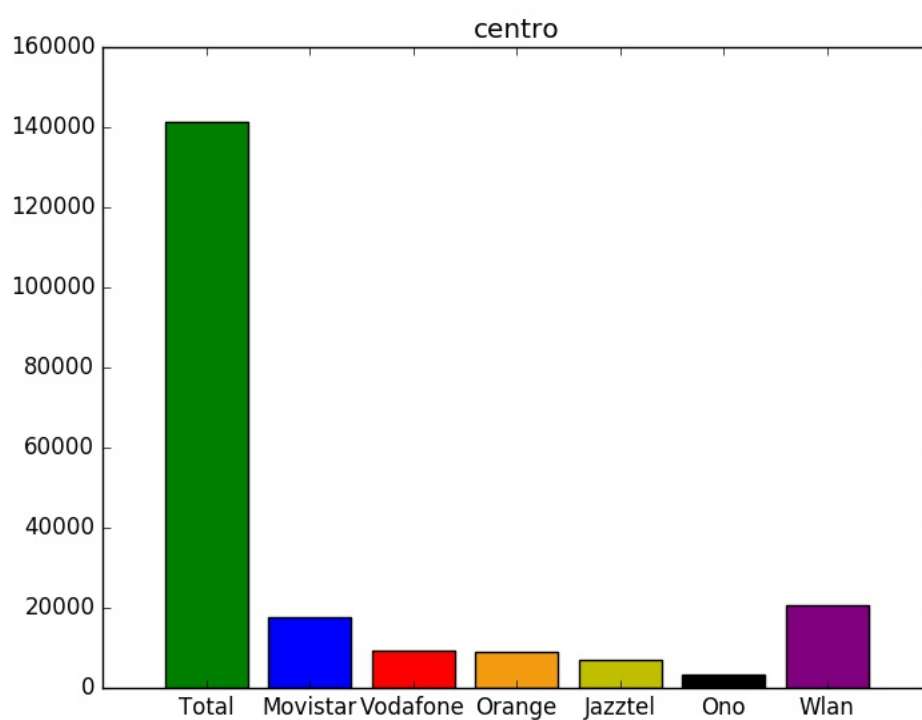


Fig. 8.5. Gráfica Puntos de Acceso Centro

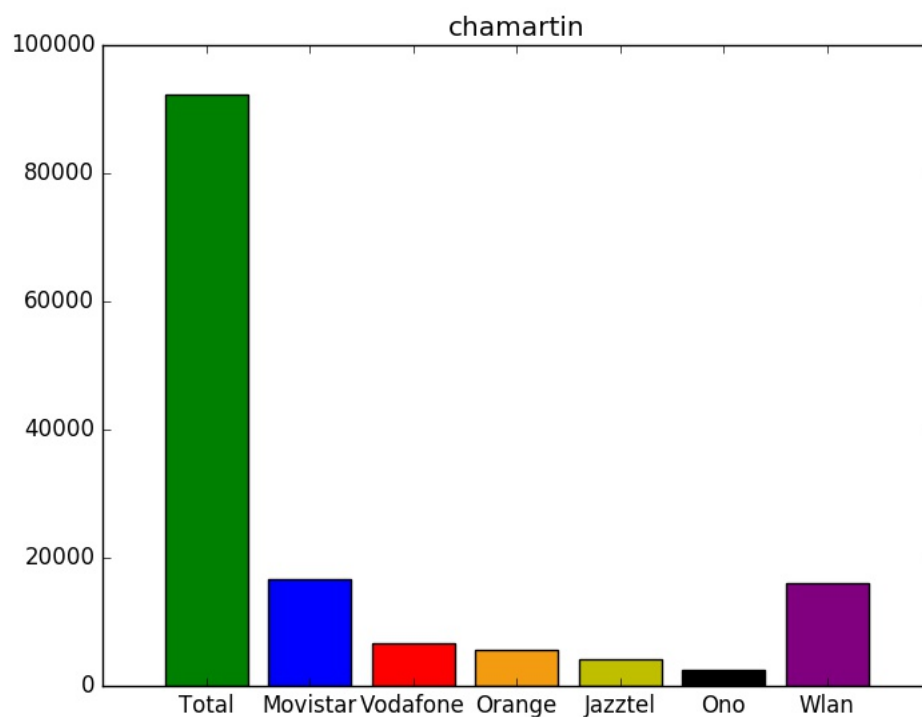


Fig. 8.6. Gráfica Puntos de Acceso Chamartín

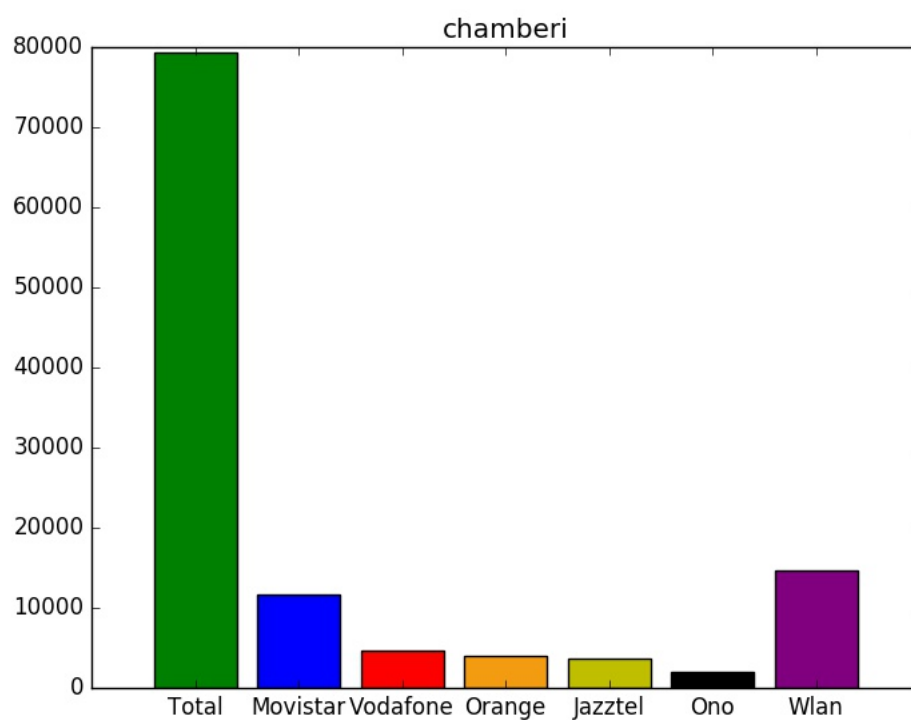


Fig. 8.7. Gráfica Puntos de Acceso Chamberí

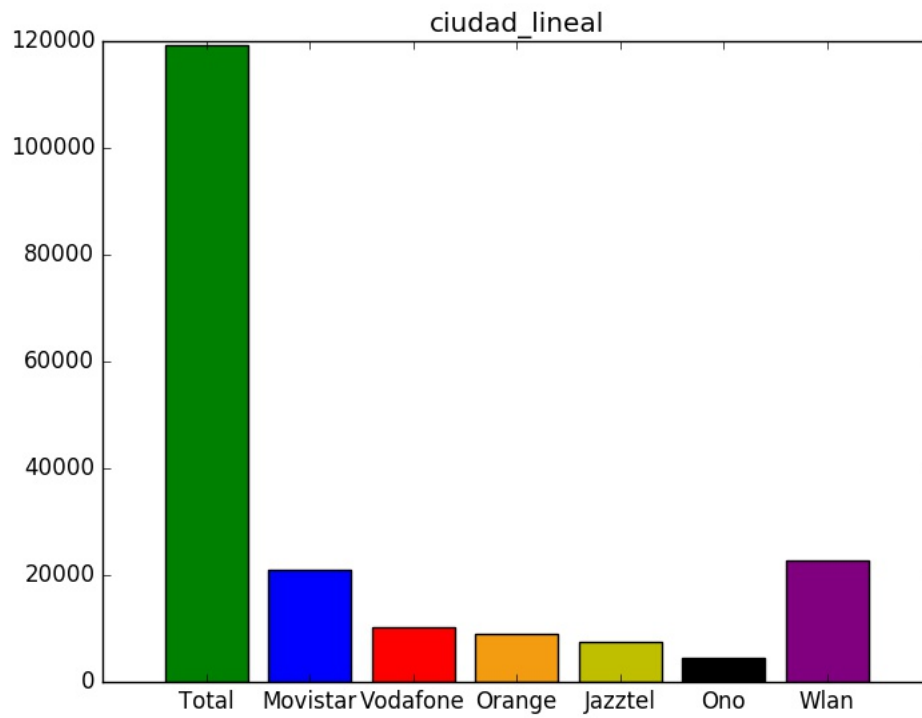


Fig. 8.8. Gráfica Puntos de Acceso Ciudad Lineal

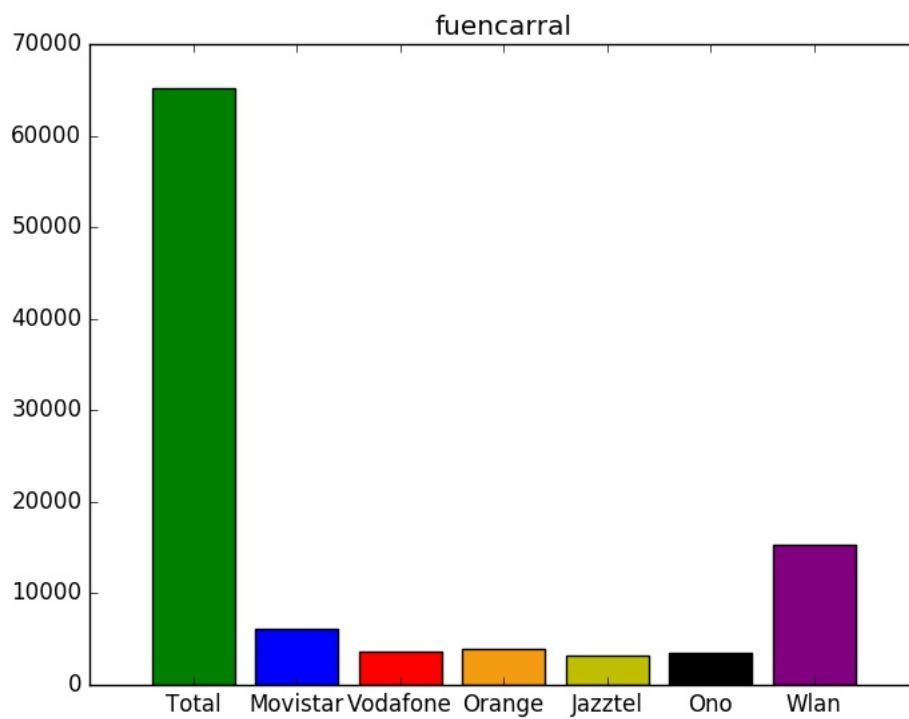


Fig. 8.9. Gráfica Puntos de AccesoFuencarral-El Pardo

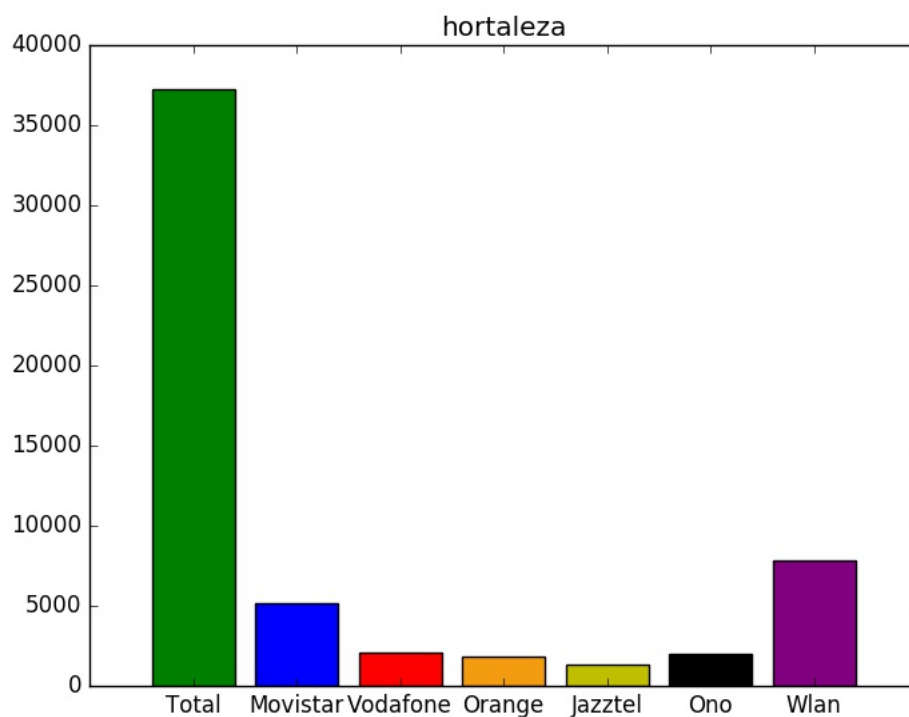


Fig. 8.10. Gráfica Puntos de Acceso Hortaleza

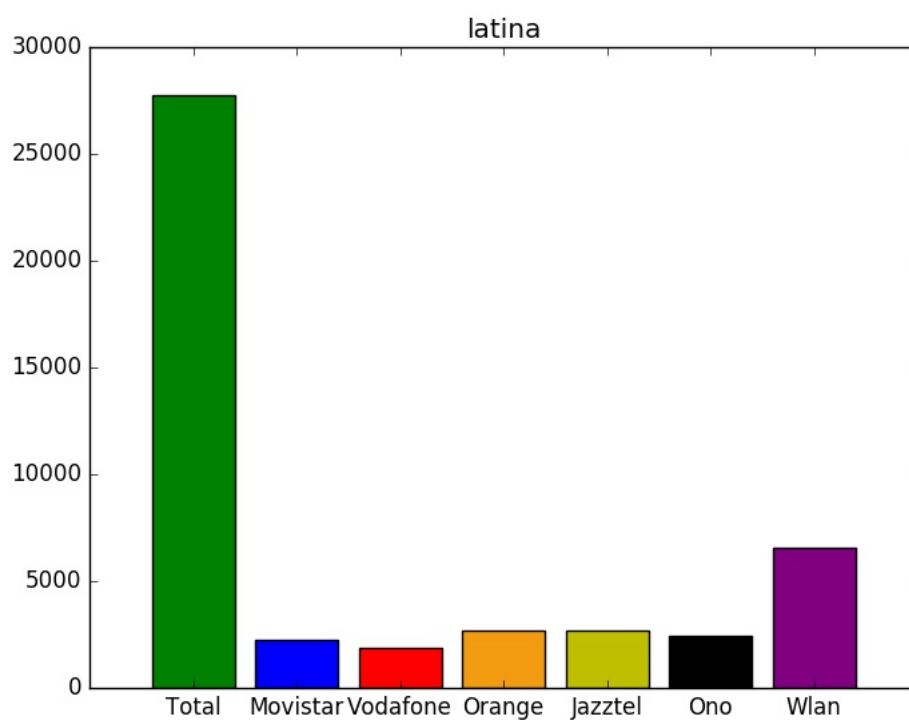


Fig. 8.11. Gráfica Puntos de Acceso Latina

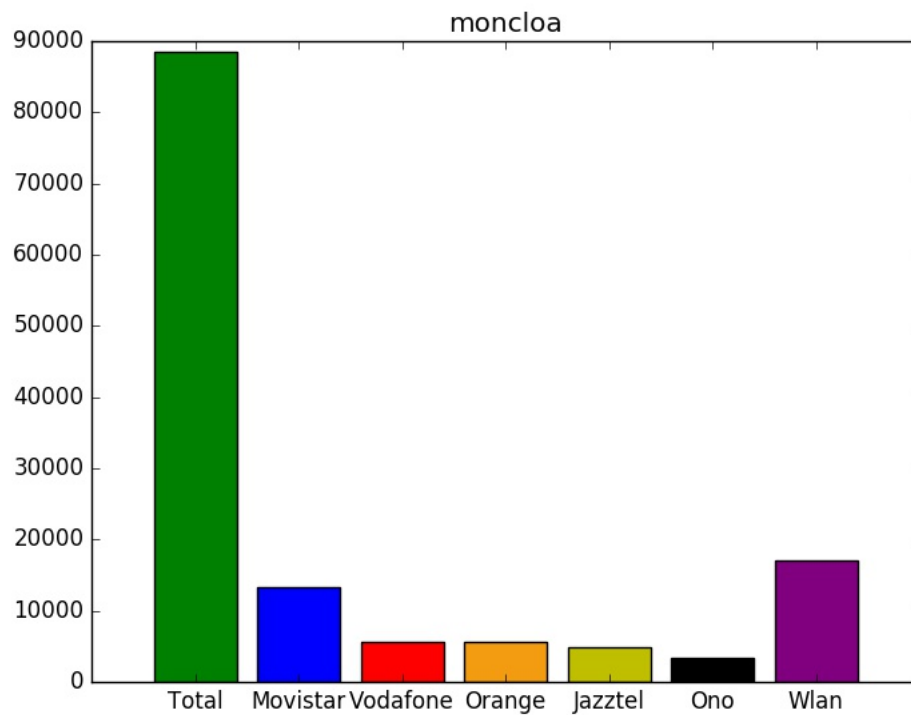


Fig. 8.12. Gráfica Puntos de Acceso Moncloa-Aravaca

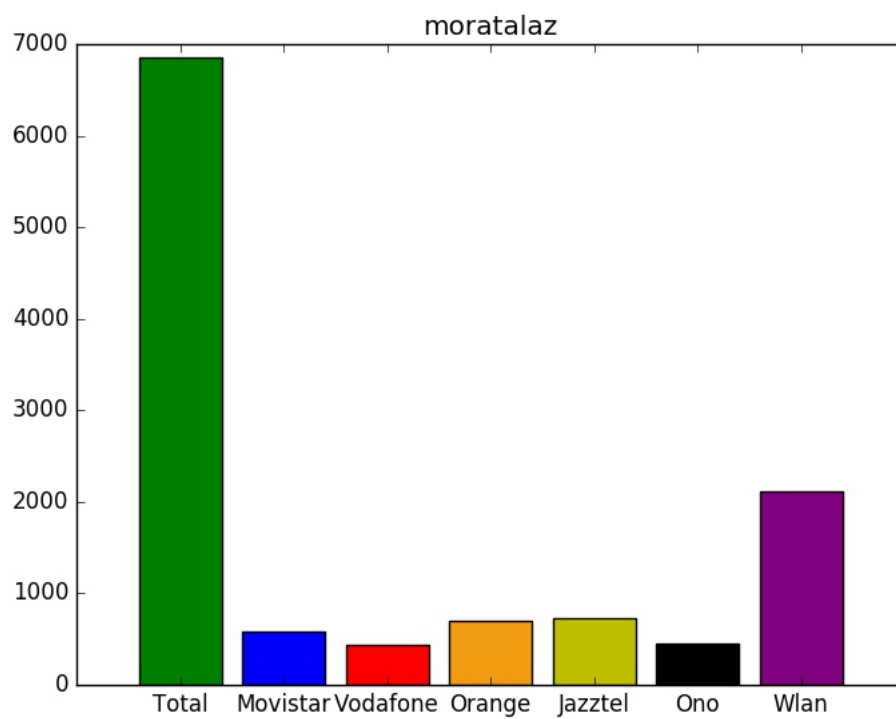


Fig. 8.13. Gráfica Puntos de Acceso Moratalaz

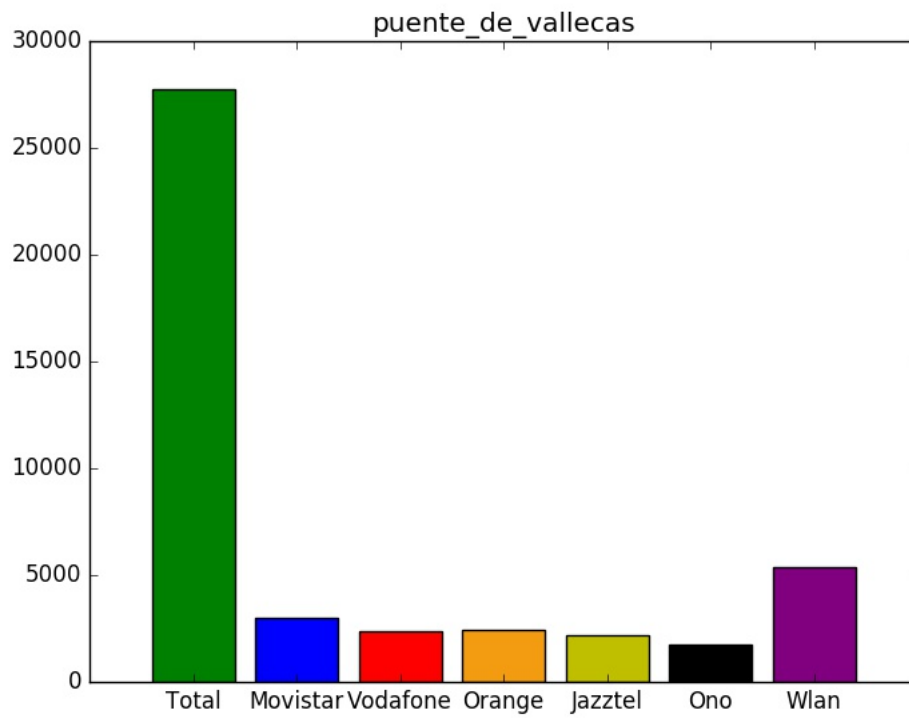


Fig. 8.14. Gráfica Puntos de Acceso Puente de Vallecas

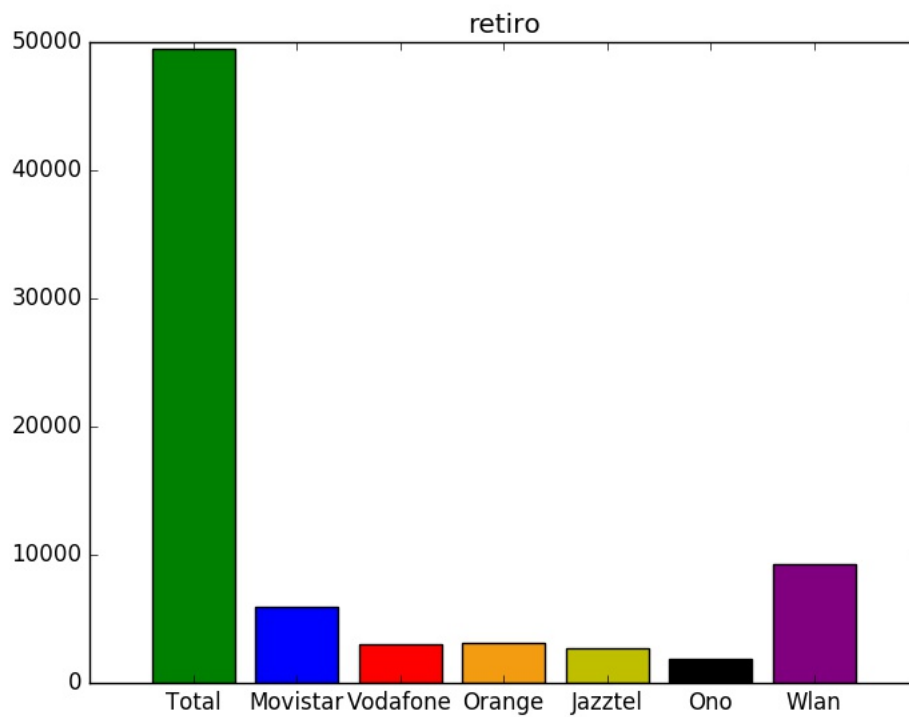


Fig. 8.15. Gráfica Puntos de Acceso Retiro

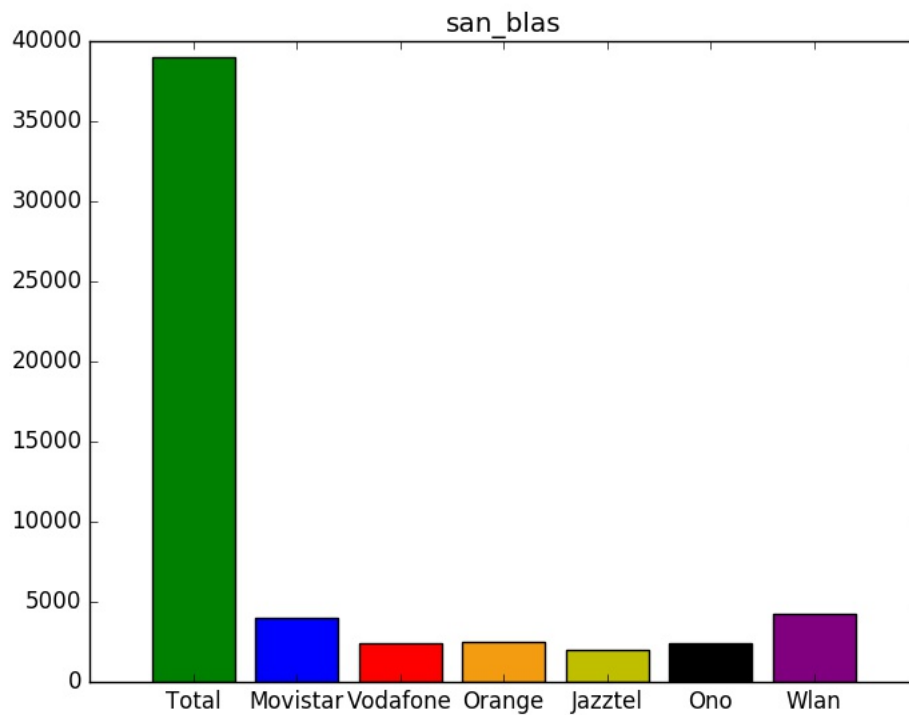


Fig. 8.16. Gráfica Puntos de Acceso San Blas-Canillejas

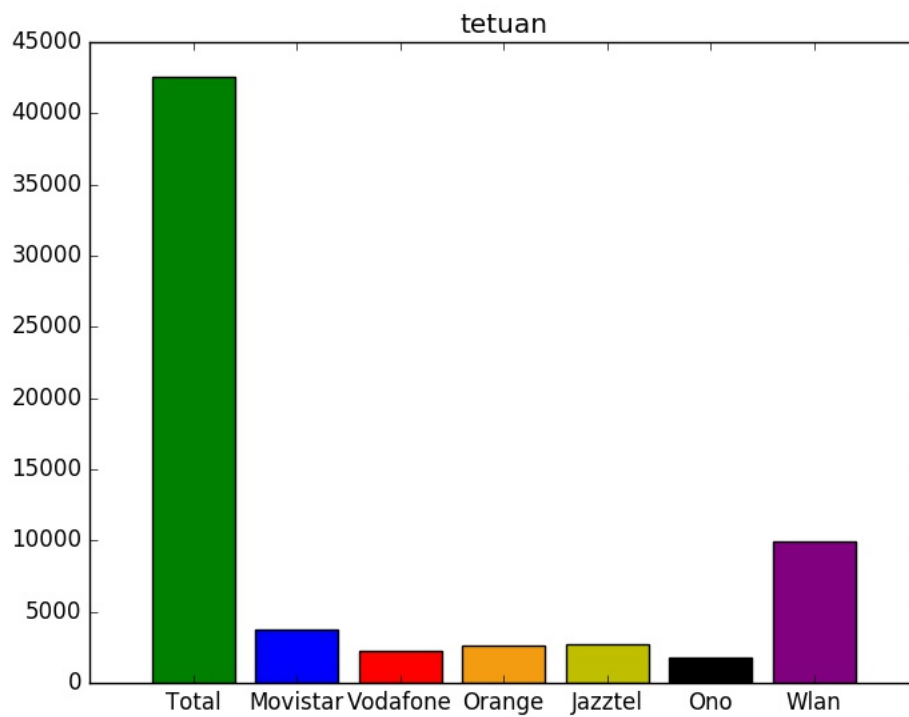


Fig. 8.17. Gráfica Puntos de Acceso Tetuán



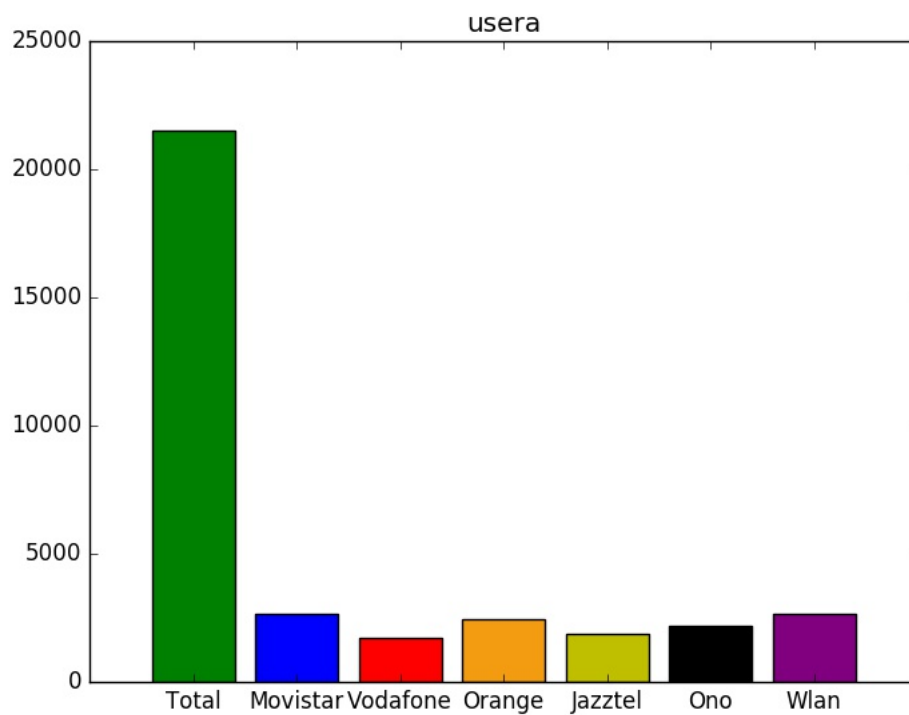


Fig. 8.18. Gráfica Puntos de Acceso Usera

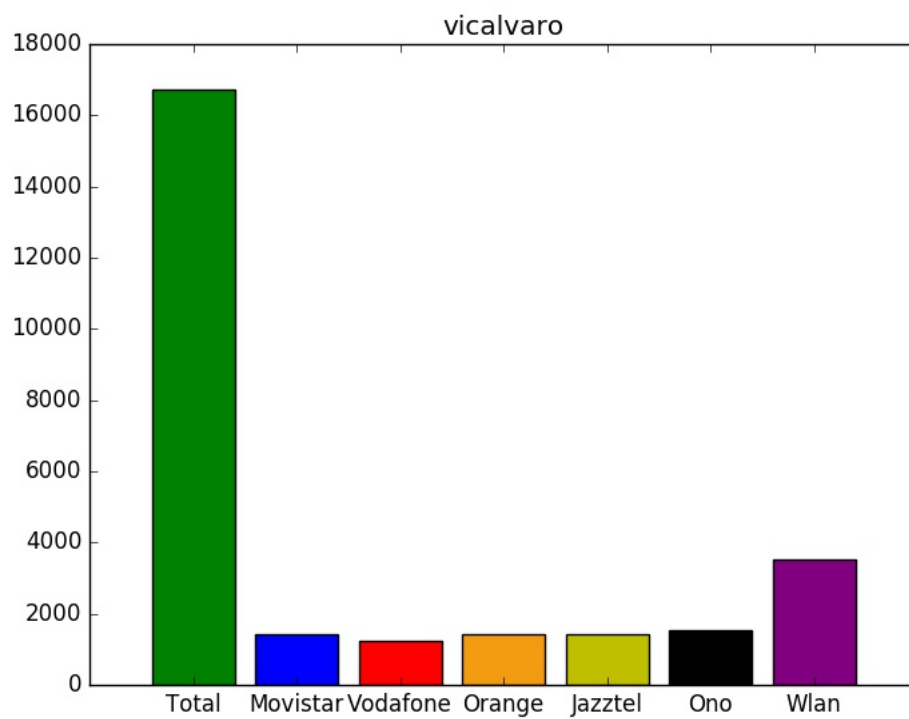


Fig. 8.19. Gráfica Puntos de Acceso Vicálvaro

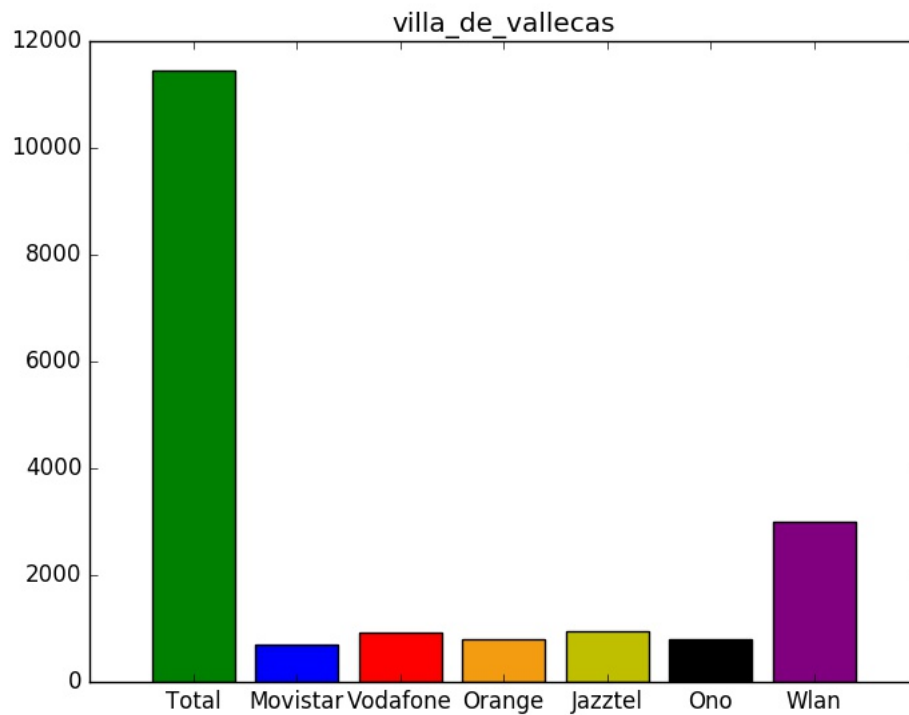


Fig. 8.20. Gráfica Puntos de Acceso Villa de Vallecas

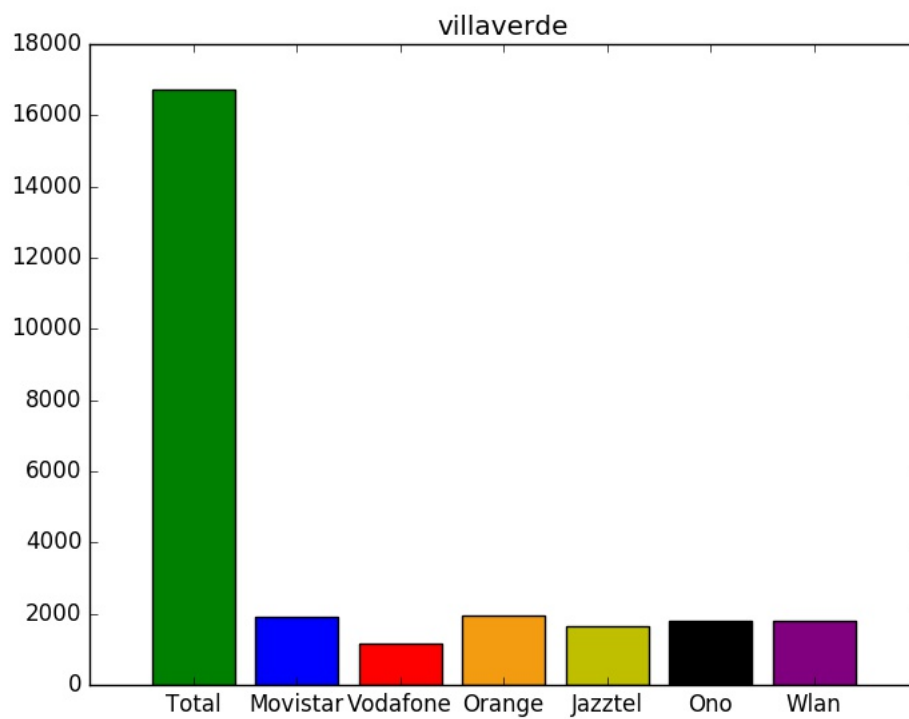


Fig. 8.21. Gráfica Puntos de Acceso Villaverde